

摘要

現今的工業界，自走車運用的範圍很廣泛，在工作站與工作站之間半成品的運輸，或是完成品送入倉儲...等等之間的運輸工具，往往都是靠著自走車來完成，以減少運輸的時間；現在的自走車，也已逐漸發展成越來越智慧化，而加入智慧化程式晶片、感測裝置等等的電子鼠，正式傳統自走車演化的指標方向，尤其電子鼠對靈活度、精準度方面的要求，更是不斷的在進步中，而這也是研究的主流趨勢之一。

早期的自走車，往往都需要靠人的控制，或是利用跟著一條真實的感測線行走，這樣移動的方式缺乏了一些變化性，若是遇到障礙物可能導致車體不穩，或是撞車；然而電子鼠的研究，正是為了改善這方面的種種問題，感測裝置的加裝，使其能夠自我判斷路面狀況，智慧化晶片的設定，讓它能夠發展出更多、更精密的變化，我相信只要繼續往這方面研究，未來就能以電子鼠為基本設想，發展出許多自動化的精密機械，然後造福人群，為社會做出貢獻。

第一章、研究動機

電子鼠簡單說就是加入精密感測與智慧化晶片的自走車，最要求的就是電子鼠的精準度與靈活度，我們的電子鼠也是往這兩點做出進一步的改良，除去以往的 8051 晶片，我們使用了功能更為強大與便利的 PIC 18 晶片，做為讓電子鼠更為精準、更為方便改良的基礎，並使用了收接更精準的紅外線感測器，讓電子鼠靈活性上升，而這一切的縝密規劃，都是為了讓最後的成品能朝著這兩點邁進，並富有足夠的完整性。

以往的電子鼠研究專題大多是使用 8051 晶片為來製作，在我們上一屆的學長時，開始做接觸 PIC 18 晶片的嘗試，發現不只其功能更為強大，在接腳的設定上也更為便利快速，於是我們就延續學長的腳步，以 PIC 18 為基礎，開始做一連串的規劃，之後也發現 PIC 18 的確有著讓電子鼠功能更為進步的潛力，於是更是往這方向努力前進，希望能做出跟預想中一樣優秀的強大功能出來，而紅外線感測器的使用，幾乎是以往的基本要求之一，我們在這方面不違背以前學長留下來的眾多經驗，則是尋找更為強大的收接功能的紅外線感測器，並利用學長們的經驗做出更為準確的感測功能，以應付更種突發情況。

從一開始練習規劃簡略的電路圖，到整體各層級的規劃，中間經歷了許多許多的失敗，才慢慢開始有點成績出來，之後開始測試紅外線感測器的頻率時，也是不斷的出現狀況，PIC 18 的熟悉也是漸進式的，之後的材料尋找、設計，每個都是需要花費大量心力與時間，而這一切都是一再告訴我們，設計一項比傳統更為優良、創新的成果，是多麼不容易的事情，如何把握其中關鍵努力前進，是每組專題生都要克服的關鍵點。

在這份報告書中，我們將其劃分為四個階段。

1. 學習相關軟、硬體並構想整體之基本規畫
2. 系統架構與材料尋找
3. 程式學習撰寫與電路測試
4. 硬體組裝與最終行走測試

專題的一開始，我們先學習了Protel 99 SE軟體的使用操作，以方便後面畫電路圖的部分，同時構想整體之基本規畫，到第二階段時便開始設計系統架構，如：電路圖設計、機身設計等…，並在設計的過程中，逐一尋找需要的相關元件，其中更有些部分是需要訂製或自行手工加工的，接著便開始洗版子並銲接電路，以測試電路成功與否，同時也進行程式演算法的撰寫，到這地步也已經接近完成階段了，再來就是硬體組裝並測試結果如何。

第二章、相關研究

第一節、PIC 18 單晶片介紹

單晶片微控制器的應用一直以來都非常廣泛，從一般家電生活用品、工業上的自動控制、一直到精密複雜的醫療器材，都可以看到微控制器的蹤影，而微控制器的發展隨著時代與科技的進步變得日益複雜，不斷有新功能增加，使微控制器的硬體架構更為龐大；從早期的簡單數位訊號輸出入控制，到如今許多功能強大使用複雜的通訊介面，先進的微控制器已不再是早期簡單的數位邏輯元件組合，而是效能不斷進步的多功能型微控制器。

PIC 系列微控制器的架構是建立在改良式的哈佛(Harvard)精簡指令集(RISC)的基礎上，並且提供了全系列產品無障礙的升級途徑，所以使用者可以使用類似的指令與硬體完成簡單的 6 支腳位 PIC 10 微控制器的程式開發，或者是高階的 84 支腳位 PIC 18 微控制器的應用設計；這種不同系列產品之間的高度相容性使得 PIC 系列為控制器提供更高的應用彈性，而使用者也可以在同樣開發設計環境與觀念下快速地選擇並完成相關的應用程式設計。

在眾多的微控制器市場競爭中，Microchip 的 PIC 系列微控制器擁有全世界第一的市場佔有率，這一系列的微控制器提供了為數眾多的硬體變化與功能選擇；在過去的發展歷史中，Microchip 經歷了 PIC 10、12 與 16 系列的基本 8 位元微控制器，而近年來開發的 PIC 18 系列更是有明顯的功能新增強化，配置有硬體的乘法器，開發了 PIC 18 的 C 語言編譯器提供使用者更有效率的程式撰寫工具，如：USB 與 Ethernet 界面硬體使用的相關程式，並且將程式記憶體從早期的一次燒錄(OTP)及可抹除記憶體(EEPROM)，提升到容易使用的快閃記憶體(Flash ROM)使開發工作的進行更為快速而便利，而這些功能的進步，都一再使 PIC 18 系列微控制器成為一個功能強大的微控制器系列產品。

第二節、直流馬達介紹

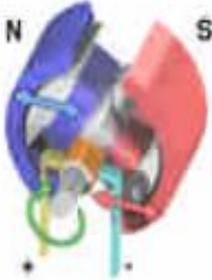
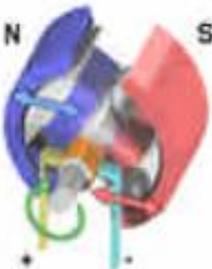
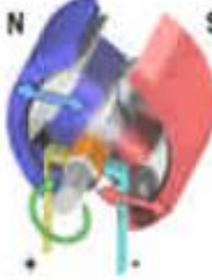
表一、電子鼠的馬達選用上基本可分為兩種：

	直流馬達	步進馬達
特性	效率低、重量重、體積大、不易運轉。	效率高、啟動瞬間會吃大電流、高速運轉時省電。
轉矩	有靜止轉矩(靜止時，有磁力固定住)，起動轉矩較小，加大負荷即出現，同步失調(pulse loss)高速運轉時，力矩下降。	無靜止轉矩、起動轉矩大、高速運轉時，力矩不降。
控制性	開路控制即可(open loop)。	需回饋控制(close loop)要有好的控制程式或專用控制IC。
其他	在某些特定頻率會產生共振，價格較貴。	有電刷雜音，使用久電刷會損耗。

考慮這兩種馬達的各種比較後，再依電子鼠大小與特性等種種原因為考量，故我們便選用直流馬達為電子鼠的馬達，畢竟在比賽的16×16的迷宮方塊中，直流馬達的各種特性都較為適合。

直流馬達(direct current , DC motor)是最早發明能將電力轉換為機械功率的電動機，它可追溯到 Michael Faraday 所發明的碟型馬達。法拉第(Faraday)的原始設計其後經過不斷的改良，到了 1880 年代已成為主要的電能機械能轉換裝置，但之後由於交流電的使用日趨普及，而發明了感應馬達與同步馬達，直流馬達的重要性亦隨之降低。直到約 1960 年，由於 SCR 的發明、磁鐵材料、碳刷、絕緣材料的改良，以及變速控制的需求日益增加，再加上工業自動化的發展，直流馬達驅動系統再次得到了發展的契機，到了 1980 年直流伺服驅動系統成為自動化工業與精密加工的關鍵技術。

表二、直流馬達的工作原理說明：

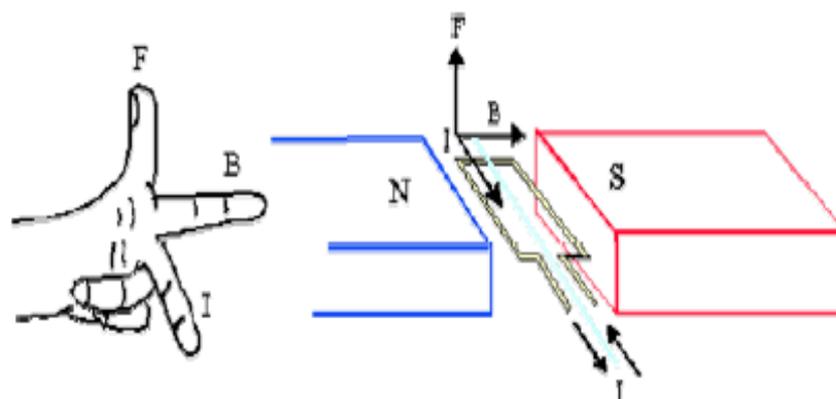
		
<p>當線圈通電後，轉子周圍產生磁場，轉子的左側被推離左側的磁鐵，並被吸引到右側，從而產生轉動。</p>	<p>轉子依靠慣性繼續轉動。</p>	<p>當轉子運行至水準位置時，電流變換器將線圈的電流方向逆轉，線圈所產生的磁場亦同時逆轉，使這一過程得以重複。</p>

圖一 直流馬達的工作原理圖（參考附錄八、註十）

馬達的工作原理可以「弗萊明左手定則」來說明，弗萊明左手定則可用來判斷一根載有電流的導線置於磁場中時其受力的方向。若以左手之食指表示磁場方向，中指表示電流方向，則大姆指表示此導線受力的方向，如圖 1 所示之電流方向，則環狀線圈受磁場之作用，將順正時鐘方向旋轉，產生之扭矩 T 可以下式表示

$$T = K I B \quad [N \cdot m]$$

其中 K 為比例常數， I 為流經線圈之電流， B 為永久磁鐵所造成之磁場強度。



圖二 馬達的工作原理『弗萊明左手定則』（參考附錄八、註十）

直流馬達的原理是定子不動，轉子依交互作用所產生作用力的方向運動，使用永久磁鐵或電磁鐵、電刷、整流子等元件，電刷和整流子將外部所供應的直流電源，持續地供應給轉子的線圈，並適時地改變電流的方向，使轉子能依同一方向持續旋轉。

直流電動機 (DC Motor) 的好處為在控速方面比較簡單，只須控制電壓大小已可控制其轉速，但此類電動機不宜在高溫、易燃等環境下操作，而且由於電動機中需要以碳刷作為電流變換器 (Commutator) 的部件 (有刷馬達)，所以需要定期清理炭刷磨擦所產生的污物。

直流馬達優點：一般而言同樣的體積直流馬達可以輸出較大功率，直流馬達轉速不受電源頻率限制可以製做出高速馬，速度控制只要控制電壓比較簡單容易。

直流馬達的缺點：碳刷使用一段時間會磨損須更換，電樞會磨損。

雖然交流伺服馬達應用於精密的定位控制已是未來的發展趨勢，但直流馬達有良好的線性特性，具有簡單易於控制的優點，仍是目前最常應用於變速控制的馬達，同時瞭解直流馬達的特性與控制也是進入交流伺服控制的必要途徑。

第三節、紅外線感測技術

在電腦鼠常用的感測器有兩種：

(1) 機械式感測器

(2) 光感測器

機械式感測器是一種稱為微動開關(Microswitch)的機械置。它的原理是利用只要很微小的接觸力，推動開關上的扳手，電路就會打開成為 ON 的狀態，電路就會將這個訊號送給微處理機，電子鼠的大腦於是就會曉得現在的位置。

而光感測器的原理跟超音波的原理相近，且構造簡單又有很快的反應能力，故光感測器是電腦鼠上最常用的感測器。

光感測器的原理可以分成反射型和遮斷型兩種。

一、 反射型：所謂的反射型就是光的發射器和接收器位於偵測物體的同側，利用光線的反射原理是否有接收來判斷壁面的有無。

二、 遮斷型：而遮斷型則是光的發射器和接收器位於物體的兩側。當物體通過時，光線就被遮斷，以這樣的方式來決定壁面是否存在。

而我們所使用的紅外線正是“反射型”的感測器。

紅外線是波長介乎微波與可見光之間的電磁波，波長在 770 奈米至 1 毫米之間，在光譜上位於紅色光外側。具有很強熱效應，並易於被物體吸收，通常被作為熱源，透過雲霧能力比可見光強。在通訊、探測、醫療、軍事等方面有廣泛的用途，俗稱紅外光。

紅外線(Infrared)是屬於電磁波的一種，當任何物體的溫度在絕對零度(-273°C)以上時，都會釋放出紅外線，而紅外線全波長約 0.75 至 1000 微米(μm)，之後又依其能量含量不同，而分成近紅外線(near-IR/波長 0.75 至 $2.5\mu\text{m}$)、中紅外線(mid-IR/波長 2.5 至 $25\mu\text{m}$)及遠紅外線(far-IR/波長介於 25 至 $1000\mu\text{m}$)等三種波長，而其波長可被延伸至長達 $1000\mu\text{m}$ 左右，之後則屬於微波(Microwave)部份。

紅外線感測器方式：紅外線為一種不可見光，利用光反射特性，由紅外線射出紅外光線，透過紅外線接收器，取得光線打到前方物體折射回的訊號，後端再利用類比數位轉換訊號接收器(ADC)，將資料輸入到微處理器中，在電子鼠應用上就可以辦到行走時辨識前方障礙物，自動迴避障礙繼續前行的基本感測應用。

紅外線缺點在於，當前方障礙物為透明玻璃時，紅外線測距會因為光線穿透而無法感知距離，也容易受到外在光線的影響。

第三章、系統架構

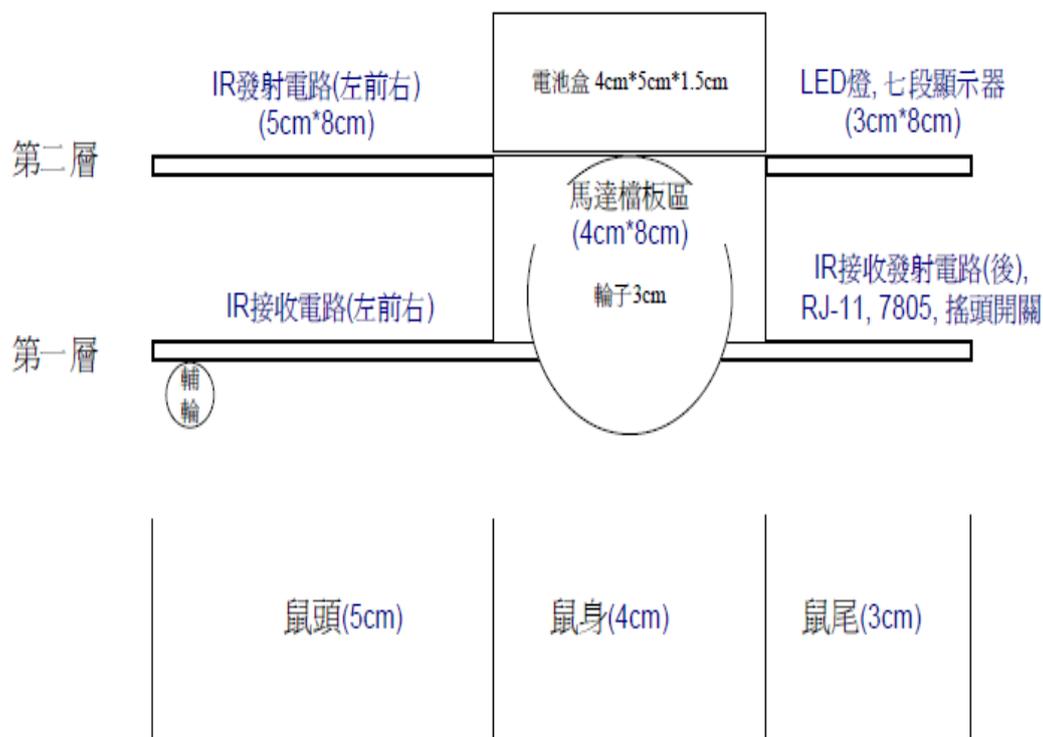
第一節、系統簡介

一台完整的電子鼠是包含了機身、輪胎、電池、馬達、軸心、齒輪、感測器、微控制器等等眾多硬體周邊設施，以及不少程式演算法的撰寫，其中更包含著許多機電、機械整合的部分，需要讓我們去學習其他科系的專長好加以製作。

系統方面主要還是分為硬體結構和軟體程式為主，硬體部分我們一開始先確定馬達的大小，然後以馬達為基礎開始尋找周邊設施，如：齒輪、軸心、輪胎、檔板等，其中軸心、輪胎與檔板部分由於設計過程中發現需要有較特別的設計，因此是採用設計圖畫好後再與外面店家廠商訂購之，基本上架構上是馬達轉動後會帶動我們所找的大齒輪，大齒輪由於和輪胎鎖在一起，因此也會一同轉動，而軸心則會貫穿兩者，以達到穩定的效果，然而讓馬達轉動的就是靠我們利用 PIC 18 所寫入的程式，像是讓馬達正轉、反轉之類的功能，皆是由程式所下達的指令所達成，舉個例子也就是說硬體各部分就好比我們人的身體各部位，而我們操作者就是電子鼠的大腦，程式語言就是神經訊號，只有將三者結合在一起，才能讓電子鼠順利移動，並達到我們理想的要求。

第二節、硬體部分

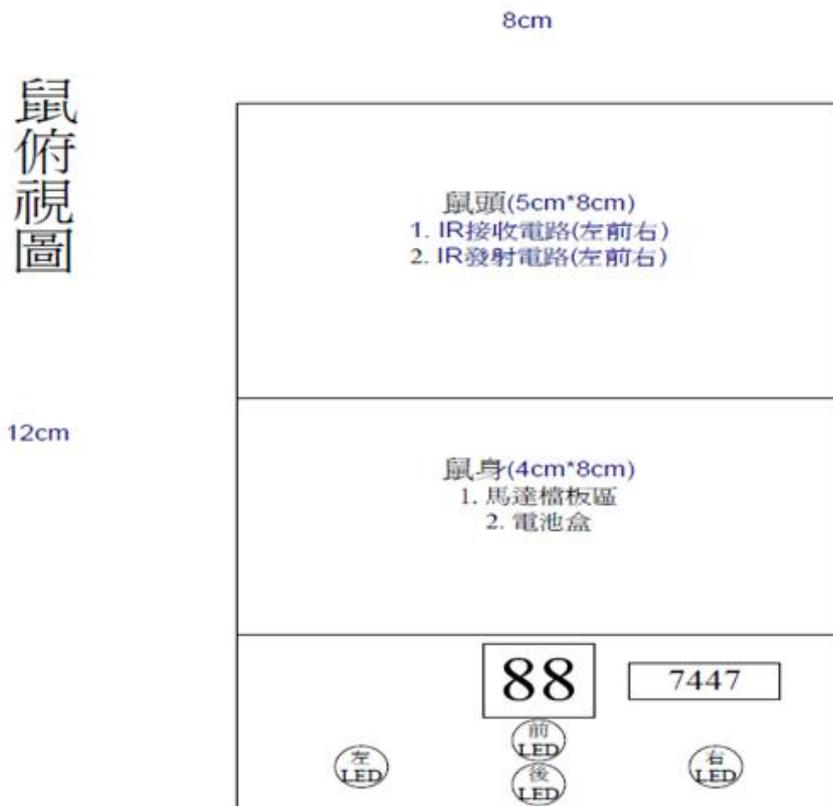
1. 機械結構設計



圖三 電子鼠測視圖

架構說明：

電子鼠分為兩層，第一層也就是底部那層，考慮到紅外線接收與發射的緣故，因此決定讓紅外線離地高度較低，以降低一些不必要的干擾，然後馬達需要帶動齒輪，所以也擺在第一層好方便帶動，而第二層則擺上剩餘的紅外線感測器，以及 LED 燈、七段顯示器等，方便我們觀察電子鼠狀況的裝置，而電池盒也放於此層，這樣比較好更換電池。



圖四 電子鼠俯視圖

架構說明：

從俯視圖可以看出，我們的電子鼠長 12cm、寬 8cm，是比以往的電子鼠尺寸更小的，也因此更需要更縝密的安排，不然絕對會發生尺寸不符的情況，前半部則放紅外線接發器，好讓電子鼠順利感測，中間部分則是放電池和以及專門為馬達及電池和設計的檔板，而最後面則是放 LED 和七段顯示器，這是為了讓我們方便了解電子鼠的行走狀況，要知道如果比賽中發出突發意外，最需要的便是能迅速找出問題點所在的能力，而這兩樣裝置都能有效幫助我們應付這種突發情形，讓我們能更加順利的掌控電子鼠。

表三、電子鼠各層介紹：

第一層 (同一片電路板)	第二層 (頭尾分開兩片電路板)
鼠頭: IR 接收電路(左前右)	鼠頭: IR 發射電路(左前右) (PCB 電路板 5cm*8cm)
鼠身: 馬達檔板區	鼠身: 電池盒 AAA*4 顆
鼠尾: IR 接收發射電路(向後), RJ-11, 7805 搖頭開關	鼠尾: 四顆 LED 燈, 兩位數七段 顯示器 (PCB 電路板 3cm*8cm)

電子鼠 P O R T 規劃

RA7~RA0 : pin 13(OSC1 IN), 14(OSC2 IN), 7, 6, 5, 4, 3, 2

RB7~RB0 : pin 40, 39, 38, 37, 36, 35, 34, 33

RC7~RC0 : pin 26, 25, 24, 23, 18, 17, 16, 15

RD7~RD0 : pin 30, 29, 28, 27, 22, 21, 20, 19

RE3~RE0 : pin 1, 10, 9, 8

表四、電子鼠 P O R T 對應表：

腳位名稱	腳位編號	功能	腳位名稱	腳位編號	功能
MCLR	1	重置	PD3	21	七段顯示器(右)
PA0	2	右紅外線接收	PD2	22	七段顯示器(右)
PA1	3	前紅外線接收	PC4	23	七段顯示器(左)
PA2	4	左紅外線接收	PC5	24	七段顯示器(左)
PA3	5	後紅外線接收	PC6	25	七段顯示器(左)
PA4	6	空接	PC7	26	七段顯示器(左)
PA5	7	空接	PD4	27	左直流減速馬達
PE0	8	右LED	PD5	28	左直流減速馬達
PE1	9	前LED	PD6	29	右直流減速馬達
PE2	10	左LED	PD7	30	右直流減速馬達

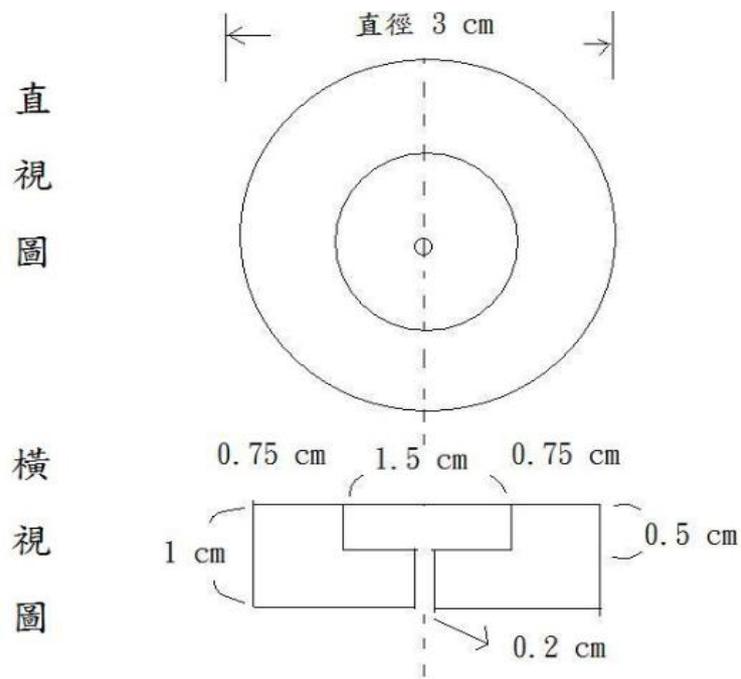
VDD	11	VCC	VSS	31	GND
VSS	12	GND	VDD	32	VCC
OSC1	13	石英震盪器	PB0	33	紅外線發射
OSC2	14	石英震盪器	PB1	34	紅外線發射
PC0	15	石英震盪器	PB2	35	紅外線發射
PC1	16	石英震盪器	PB3	36	空接
PC2	17	空接	PB4	37	後 LED
PC3	18	空接	PB5	38	空接
PD0	19	七段顯示器(右)	PB6	39	RJ11
PD1	20	七段顯示器(右)	PB7	40	RJ11

說明：

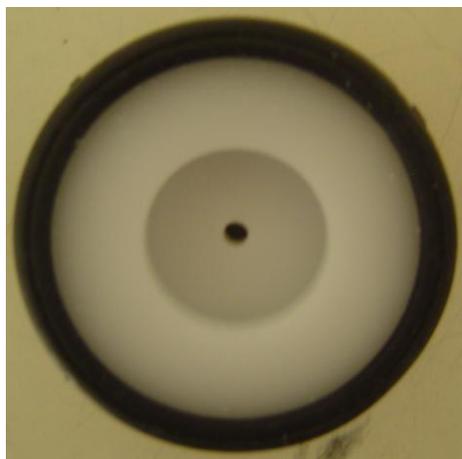
這些都是與電子鼠的核心 PIC 18 相接的各電路元件，由於 PIC 18 有 40 支接腳，所以我們為了求精細，並沒有每支腳都利用到，只充份使用該對應的功能，砍掉一些不必要且可能會影響電路的部份，將電路更為精簡化。

(1) 輪胎

用塑鋼棒製作而成的輪胎(直徑 30 mm、厚度 10 mm)，輪胎的一邊則是有個約 5 mm 深的凹槽，做為讓扣環扣住的地方，中心點則用 2 mm 鑽頭貫穿，輪胎外層則是用四驅車專屬用的橡膠輪胎(25 mm) 套上。



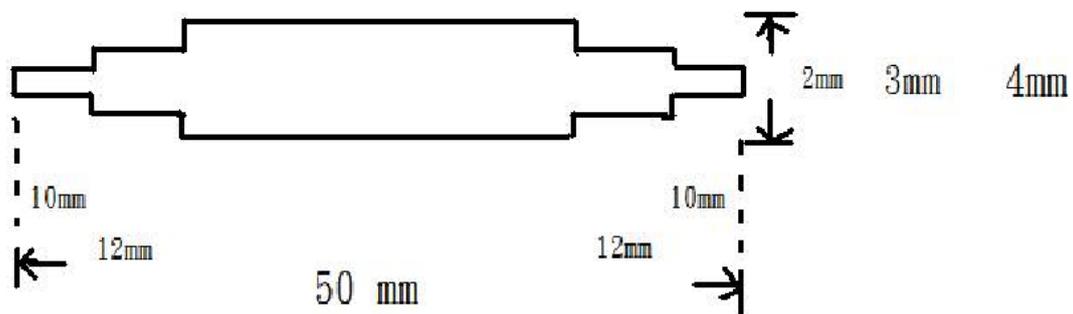
圖五 輪胎設計圖



圖六 輪胎實體圖

(2) 軸心

用不鏽鋼所製成，因此較為堅固耐用，最旁邊兩端 2mm 的部分，是為了穿過輪胎與齒輪的洞，長度約為 10mm，而 3mm 部分則是有卡住兩邊與中間的效果，配合檔版與馬達齒的規劃，定為 12mm 長，中間 4mm 部分則是會穿過檔板，由於馬達整體幾乎都放置於這部分，所以長度為占整體大多數有 50mm 長，當馬達開始轉動後，馬達齒會帶動最旁邊的齒輪，接著齒輪則會與緊密結合的輪胎一起轉動，此時，軸心就是重要的穩住各零件部位的中心，不然電子鼠會整台散掉或劇烈搖晃，便不能行走了。



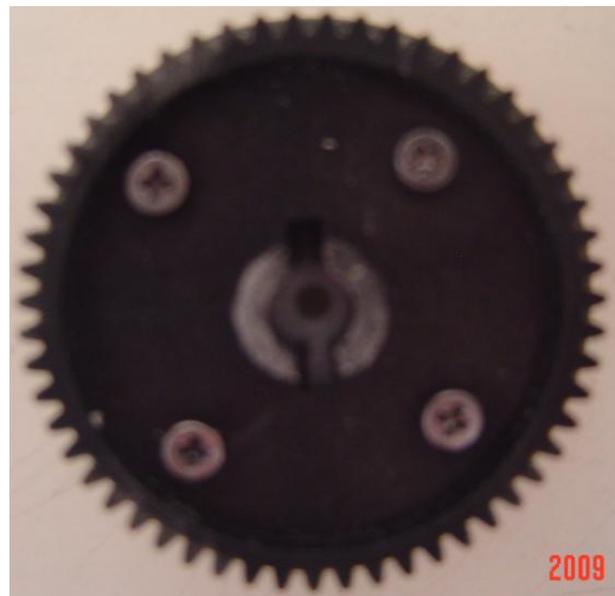
圖七 軸心設計圖



圖八 軸心實體圖

(3) 齒輪

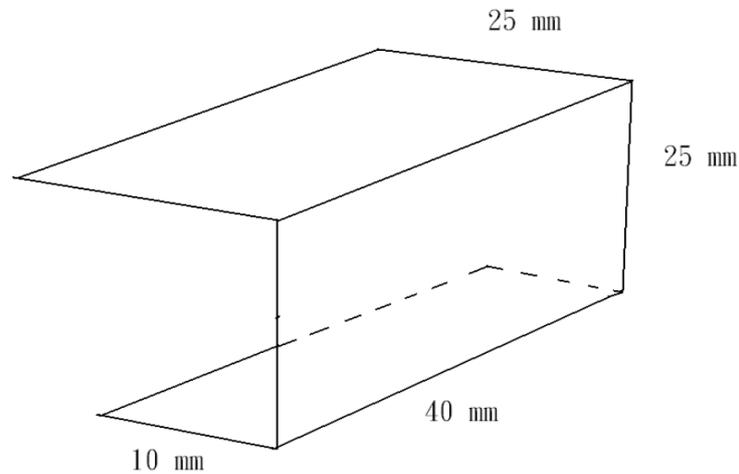
購買 TAMIY 田宮改裝大齒輪(55 T)，並加工製作成我們所需的專屬齒輪，把其中一面厚度磨成 4 mm 的厚度，以方便與輪胎做結合，磨好後會在齒輪上鑽四個小孔，並用合其規格大小的螺絲加以栓上，使輪胎與齒輪牢牢結合。



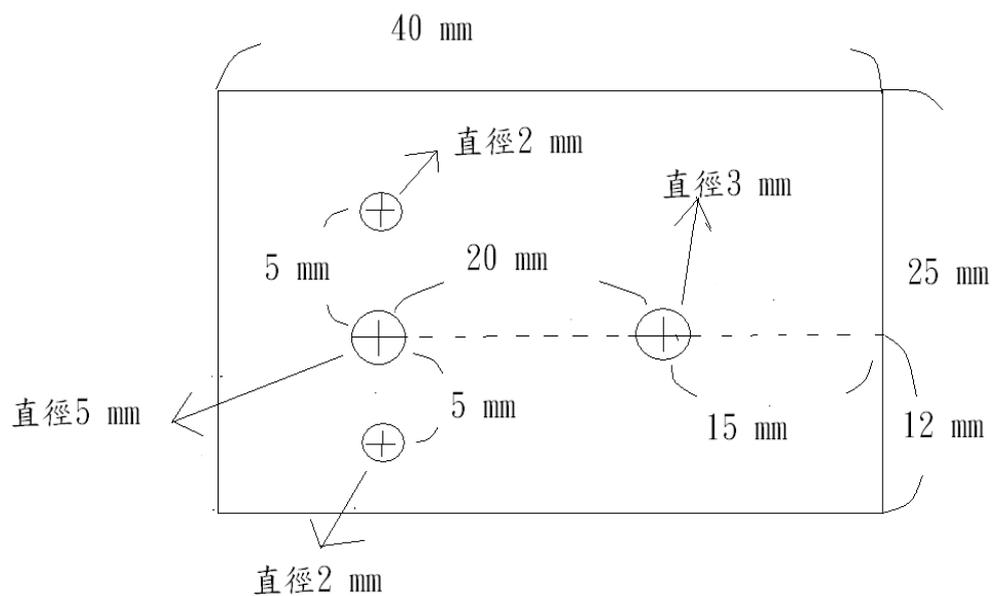
圖九 齒輪實體圖

(4) 檔板

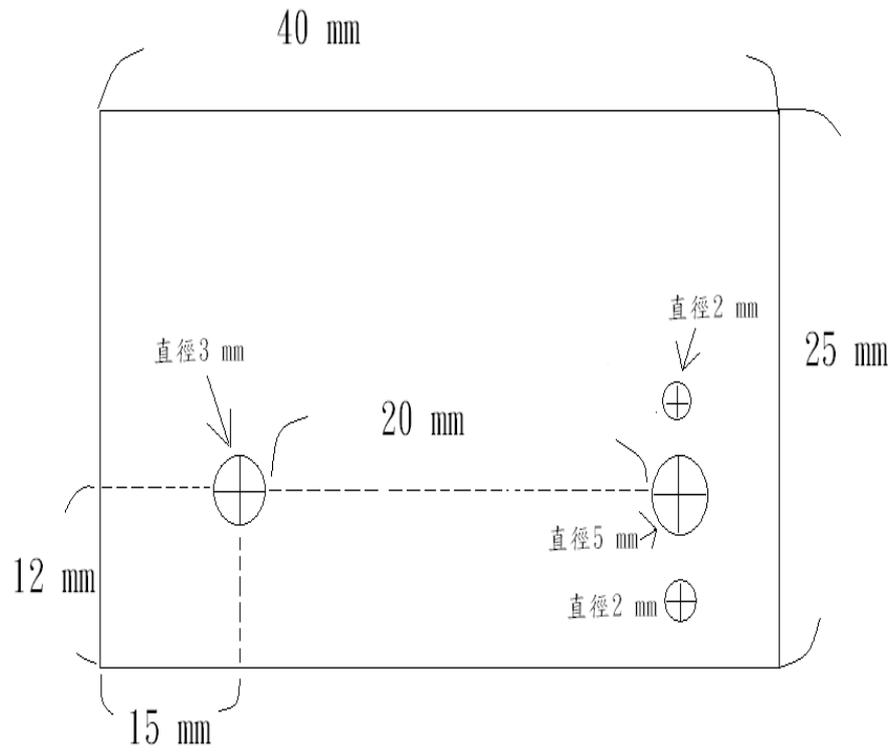
檔板主要功用在於固定馬達轉動，由於使用的是直流馬達，因次在轉動時的轉動速度會較快，所以可能會有不穩的現象產生，這時檔板的作用就能發揮出來，適時的將馬達夾緊，基於檔板可能必須不斷承受馬達轉動時的晃動衝擊，所以我們選用鋁合金這種較為堅硬的材質，這樣才能固定的穩，同時也以便長期使用。



圖十 檔板透視圖



圖十一 檔板左視圖



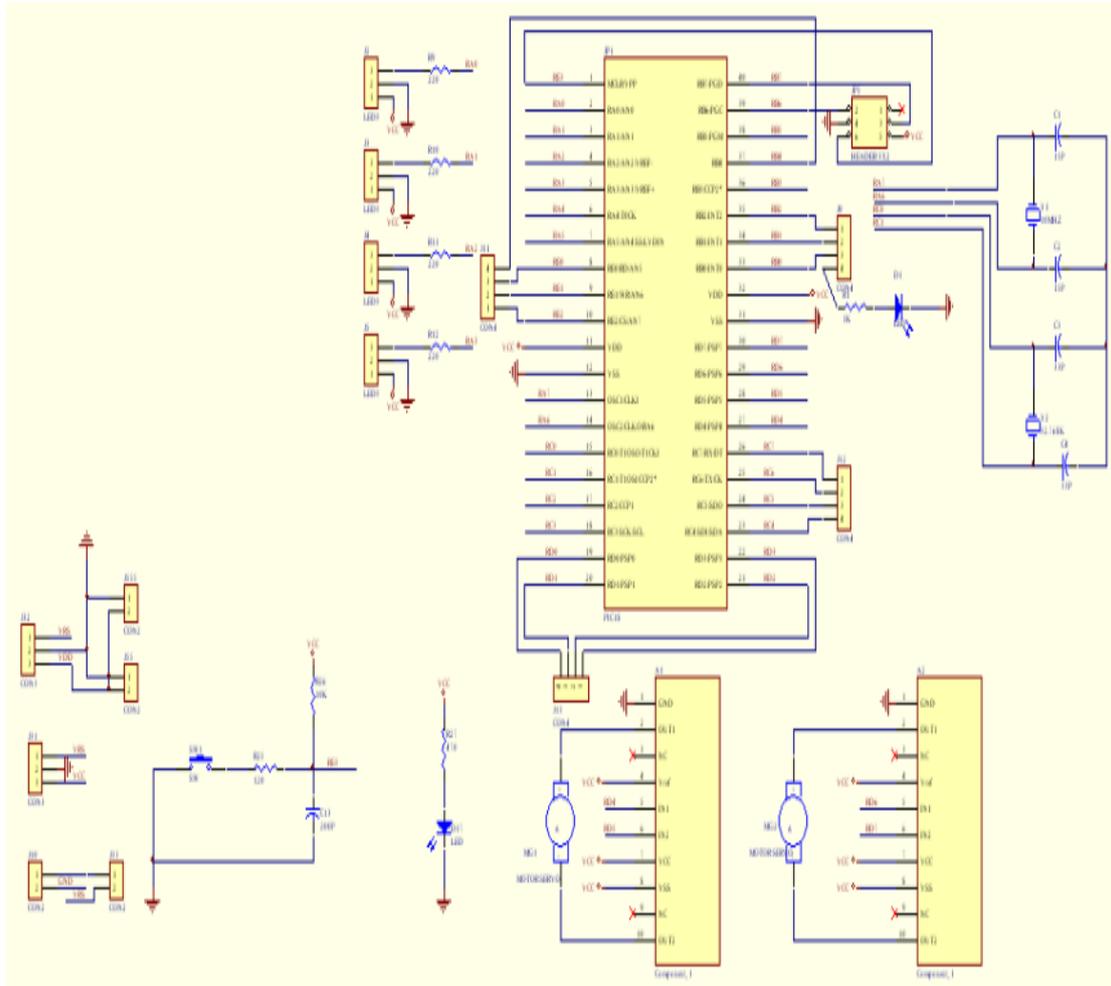
圖十二 擋板右視圖



圖十三 擋板實體圖

2. 電腦鼠電路設計

(1) 紅外線收發電路

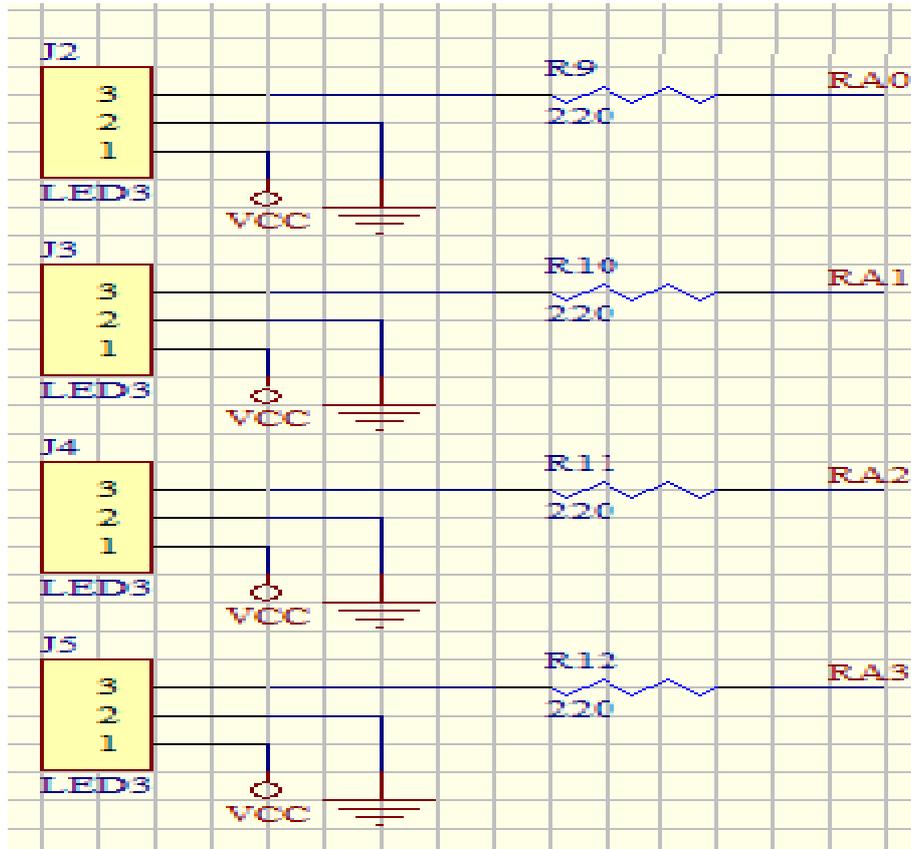


圖十四 紅外線接收(全貌圖)

整體電路功能說明：

這電路放置於電子鼠的第一層，主要功能由 PIC 18 發出，控制其他各部位的元件進行，其中和 PIC 18 一起放置的有：紅外線接收、直流馬達、馬達驅動 IC、振盪器、重置等等，但因發射於第二層，所以在 PIC 18 周圍加設匯流排，以方便拉線到另一個電路。

各部位細部說明放大圖(由上至下，由左至右)：



圖十五 紅外線接收器

說明：

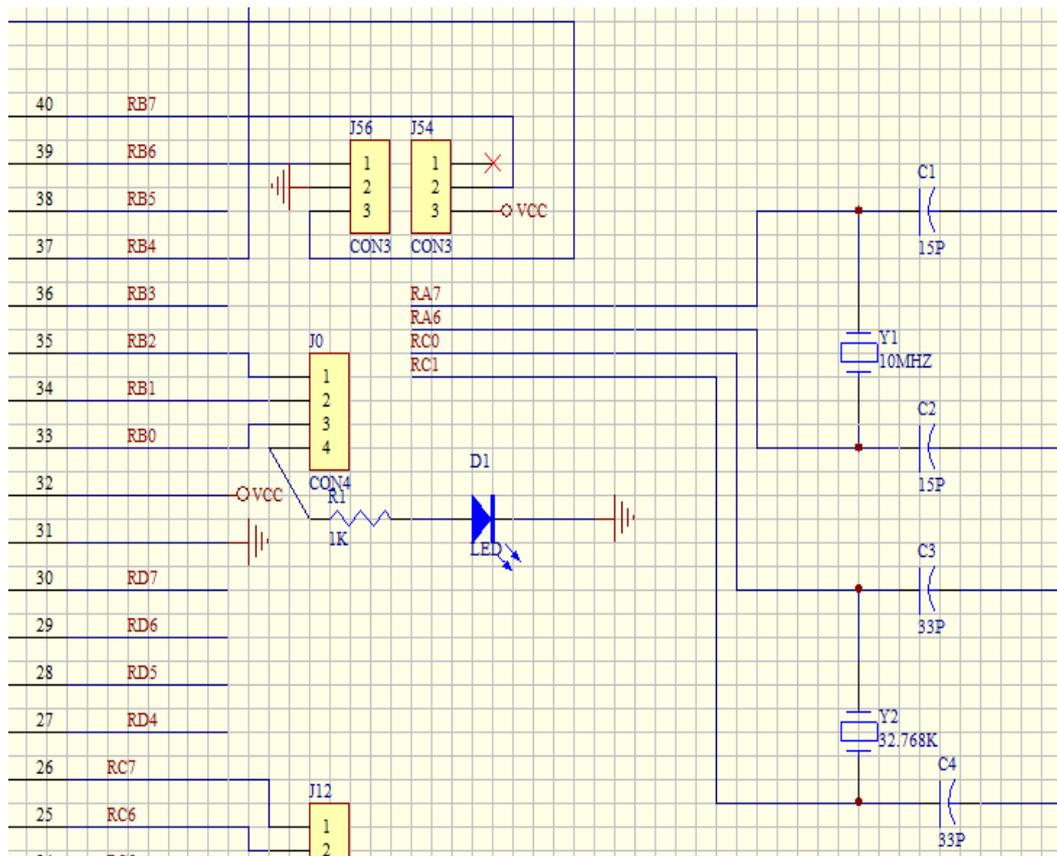
有四顆紅外線接收器，是利用光反射特性，由紅外線射出紅外光線，透過紅外線接收器，取得光線打到前方物體折射回的訊號，後端再利用類比數位轉換訊號接收器(ADC)，將資料輸入到微處理器中。

		JP1			
RE3	1	MCLR/VPP	RB7/PGD	40	RB7
RA0	2	RA0/AN0	RB6/PGC	39	RB6
RA1	3	RA1/AN1	RB5/PGM	38	RB5
RA2	4	RA2/AN2/VREF-	RB4	37	RB4
RA3	5	RA3/AN3/VREF+	RB3/CCP2*	36	RB3
RA4	6	RA4/T0CK	RB2/INT2	35	RB2
RA5	7	RA5/AN4/SS/LVDIN	RB1/INT1	34	RB1
RE0	8	RE0/RD/AN5	RB0/INT0	33	RB0
RE1	9	RE1/WR/AN6	VDD	32	
RE2	10	RE2/CS/AN7	VSS	31	
VCC	11	VDD	RD7/PSP7	30	RD7
	12	VSS	RD6/PSP6	29	RD6
RA7	13	OSC1/CLKI	RD5/PSP5	28	RD5
RA6	14	OSC2/CLKO/RA6	RD4/PSP4	27	RD4
RC0	15	RC0/T1OSO/T1CKI	RC7/RX/DT	26	RC7
RC1	16	RC1/T1OSI/CCP2*	RC6/TX/CK	25	RC6
RC2	17	RC2/CCP1	RC5/SDO	24	RC5

圖十六 PIC 18 晶片

說明：

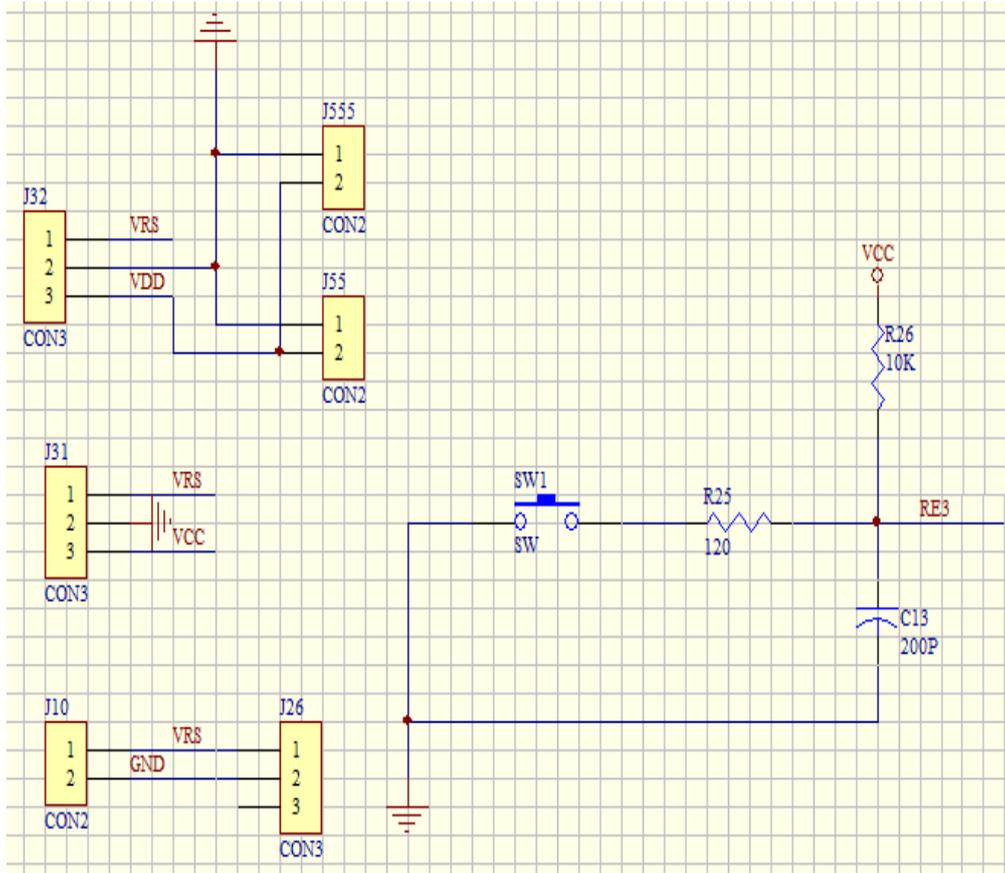
PIC 18 晶片目的是為了藉由此晶片做資料轉換的功能，將傳送進去的訊號做轉換以及判斷，簡單來講就是整個紅外線收發電路的核
心，因此所有訊號接都必須透過它來處理，可以說是最重要的一部份。



圖十七 石英震盪器

說明：

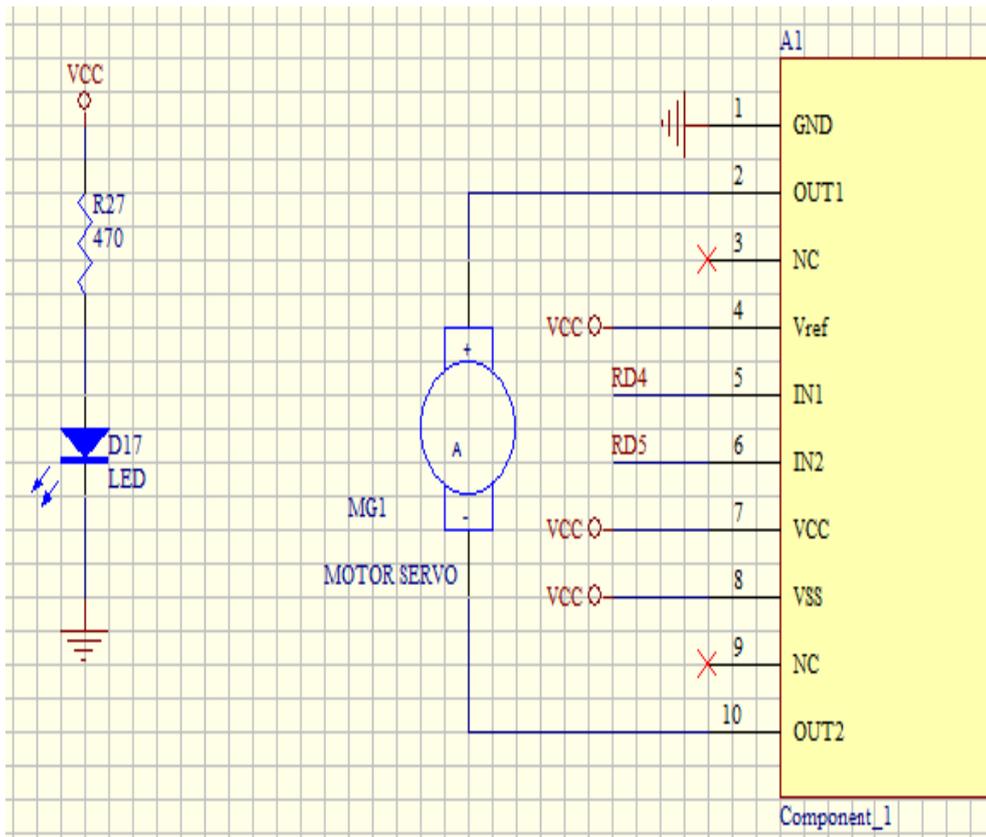
左上的 RJ11 是為了方便 PIC 18 的改寫，加裝後便可以不必每次都將 PIC 18 拿起才能改寫程式；同時中間有一個匯流排是為了控制 74138 的驅動，好在控制紅外線發射的動作，下面也放置一顆紅外線發射，目的是為了簡化，把第二塊後半部的紅外線發射移到第一塊的尾端；石英震盪器則是利用石英的壓電效應，諧振頻率的溫度穩定性高，因為 Q 值大，所以比較穩定，不易受溫度引響，RC 震盪受溫度的影響很大。



圖十八 電源與重置

說明：

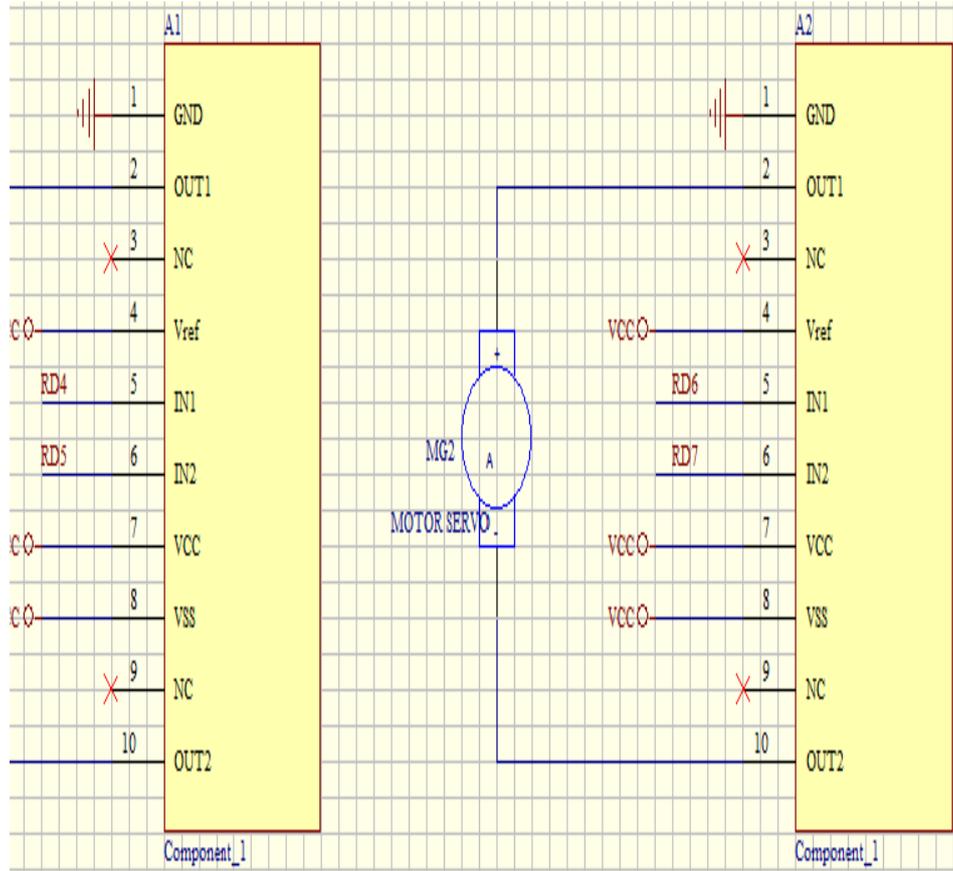
J10 是主電源輸入，後面的 J26 是開關，為了讓它能夠不必一直驅動著，J31 跟 J32 是 7805 穩壓器，主要是為了讓輸入近來的電流穩壓至 5V 左右，J31 主要是提供第一塊板子的電源，J32 則是第二塊板子的電源，由於第二塊有兩塊板子，所以又分別拉出兩個匯流排，J555 跟 J55 是分別控制第二塊的前、後半部的電源；而右邊則為重置電路，能不斷 RESET。



圖十九 LED 電源顯示燈(左圖)

說明：

為了讓我們方便觀察電源是否有進入的裝置，當電源有進入時，就會發亮，如果有短路之類的情況，便不會發亮。



圖二十 馬達驅動 IC

說明：

兩顆馬達所在位置，由 PIC 18 來控制馬達驅動 IC，進而由馬達驅動 IC 使馬達運轉，而程式寫入的各種要求，如：正轉、反轉等，均由此步驟所進行。

電路輸入說明：

電池所提供的電源輸入利用 7805 穩壓器穩壓至 5V，並由匯流排做為連結，當電流進入電路後，會先經過 NE 555 震盪器，讓頻率維持在 38k HZ，發射器才能順利感應到並動作。

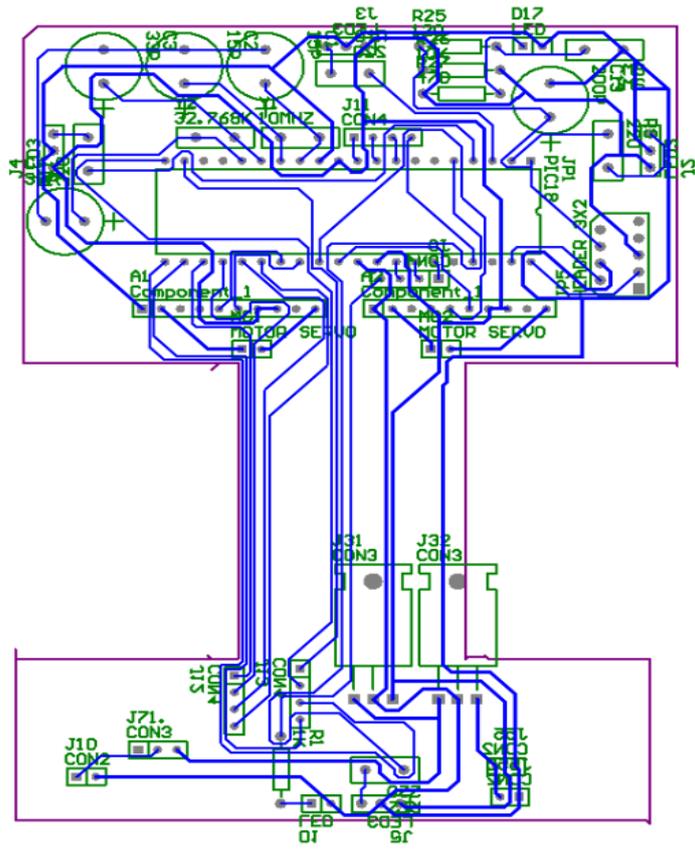
電路輸出說明：

當紅外線發射器順利動作後，我們電路裡用的一個可變微調此時會限制電流，並控制它的遠近，電阻越大會越近，反之，電阻越小就越遠。

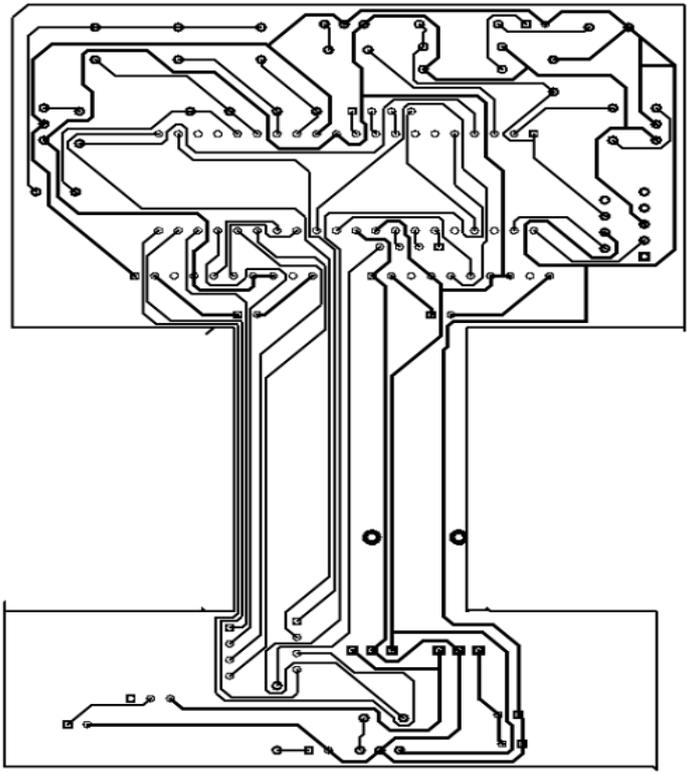
表五、電路元件列表：

材料名稱	電路圖代號	數量
PIC 18 晶片	JP1	1 個
紅外線接收器	J2、J3、J4、J5	4 個
32.768K HZ 的 石英震盪器	Y2	1 個
10M HZ 的 石英震盪器	Y1	1 個
RJ11	J54、J56	1 個
74138 解碼器	J0	1 個

匯流排	J12、J13	2 個
主電源	J10	1 個
前半部電源	J555	1 個
後半部電源	J55	1 個
按鈕開關	J26	1 個
LED	D17	1 個
7805 穩壓 IC	J31、J32	2 個
馬達驅動 IC	A1、A2	2 個
陶瓷電容 200P	C13	1 個
陶瓷電容 15P	C1、C2	2 個
陶瓷電容 33P	C3、C4	2 個
電阻 120Ω	R25	1 個
電阻 10KΩ	R26	1 個
電阻 470Ω	R27	1 個

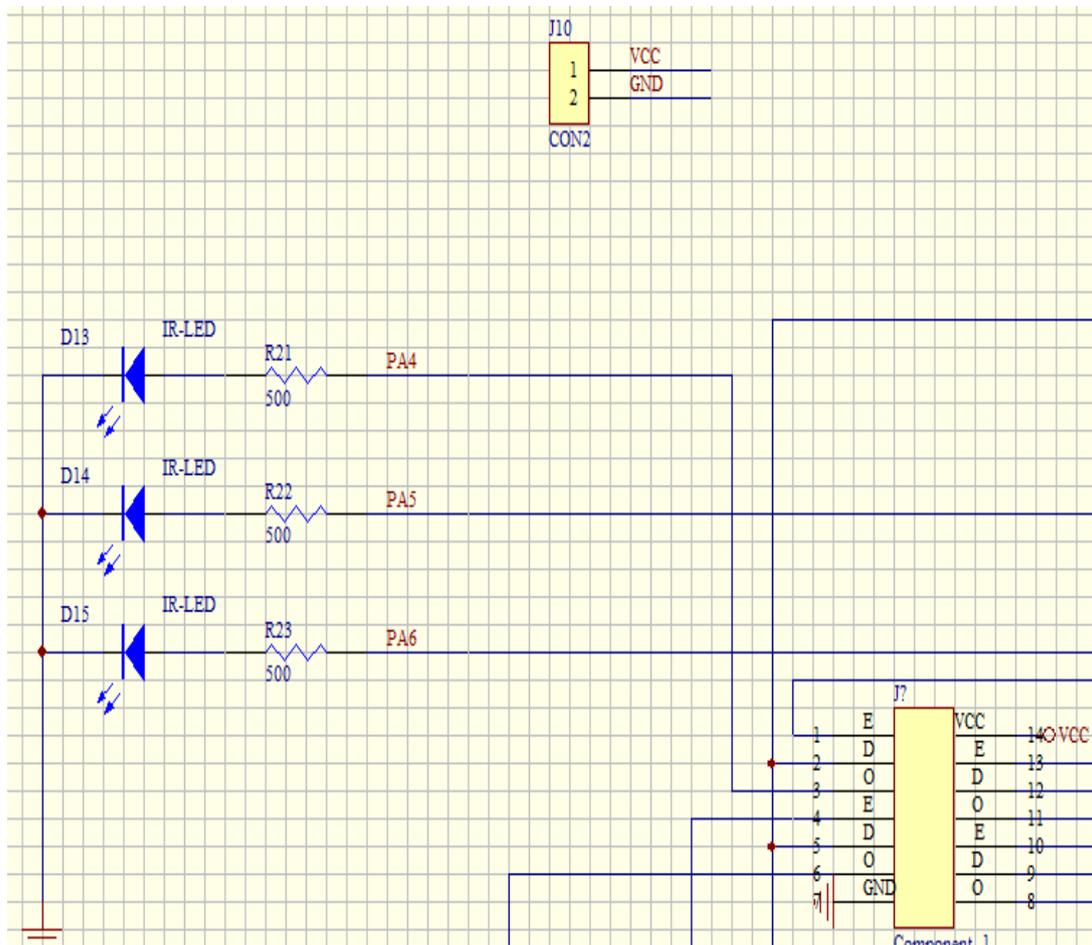


圖二十一 PCB 電路圖(彩色+標號)



圖二十二 PCB 電路圖(黑白無編號)

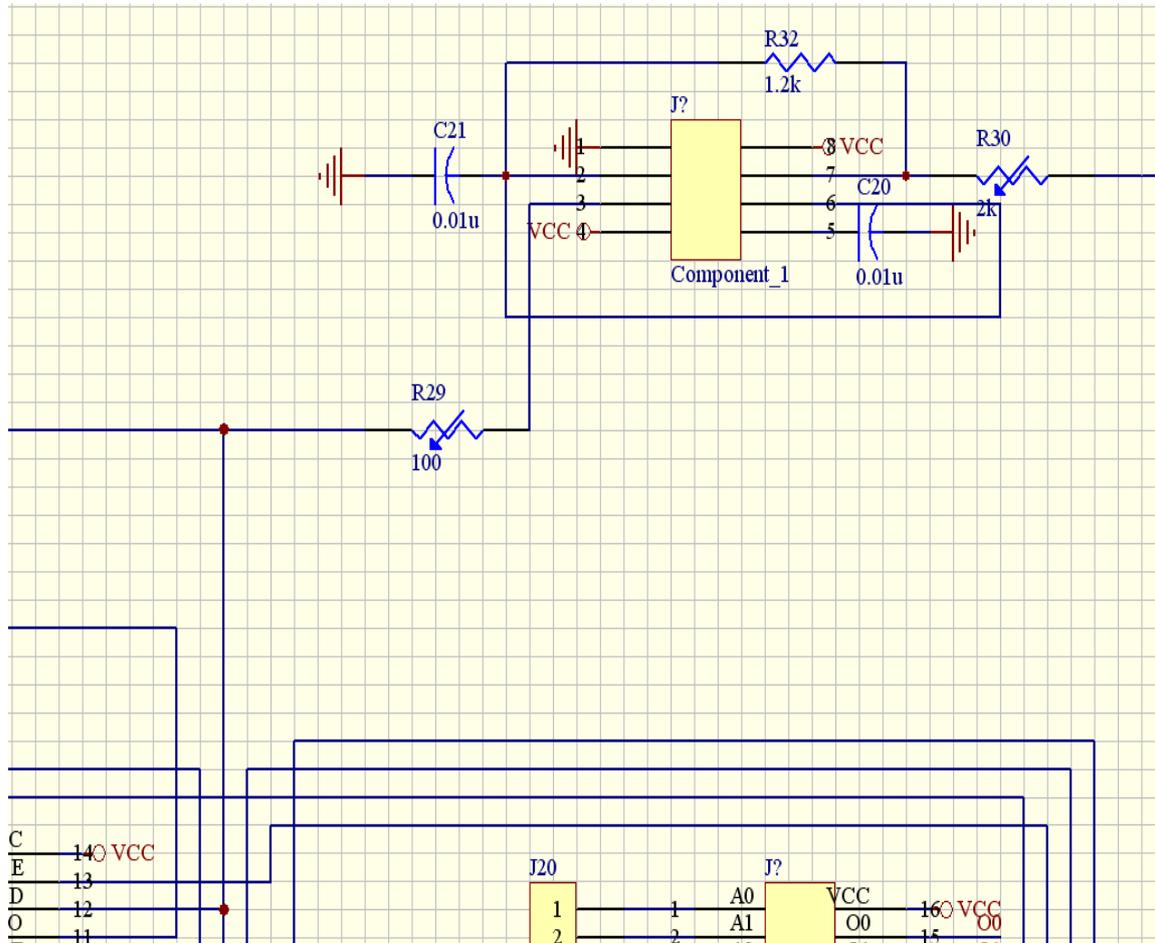
各部位放大圖(由上至下，由左至右)：



圖二十四 紅外線發射、74125 與電源

說明：

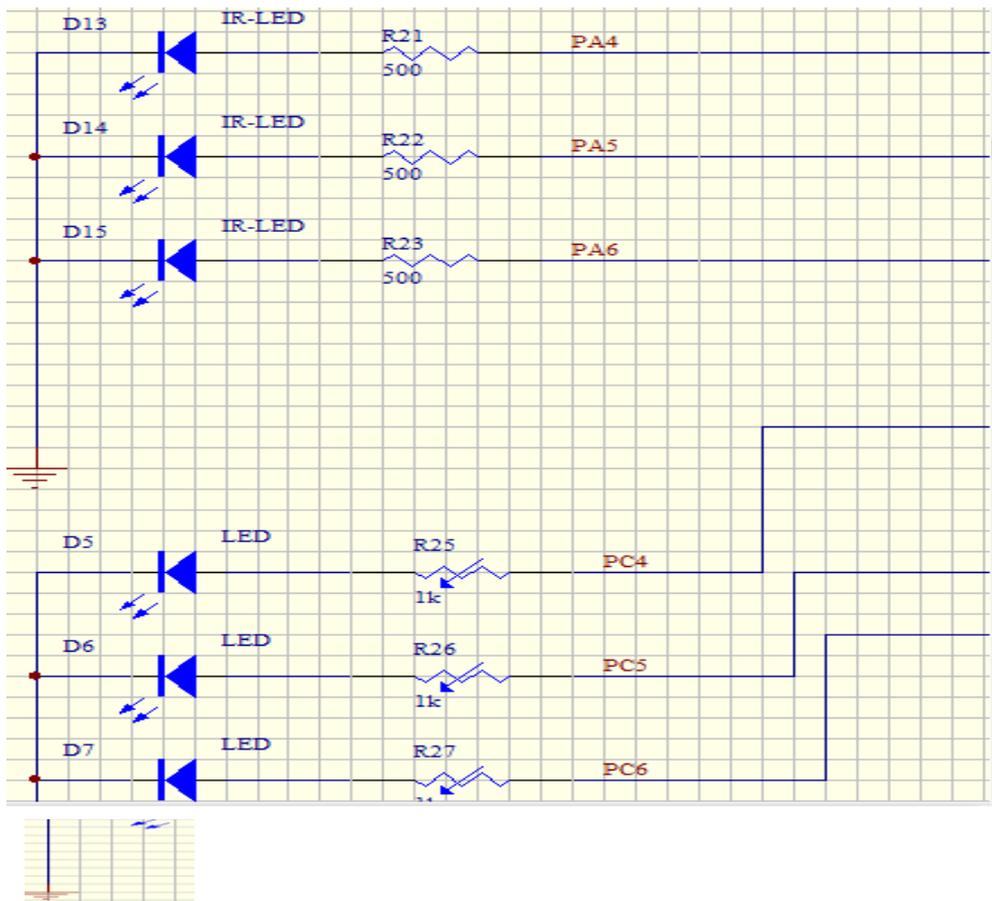
有三顆紅外線接收器，是利用光反射特性，由紅外線射出紅外光線，透過紅外線接收器，取得光線打到前方物體折射回的訊號，後端再利用類比數位轉換訊號接收器(ADC)，將資料輸入到微處理器中；電源由第一塊的 J555 流進來的。



圖二十五 555 震盪電路

說明：

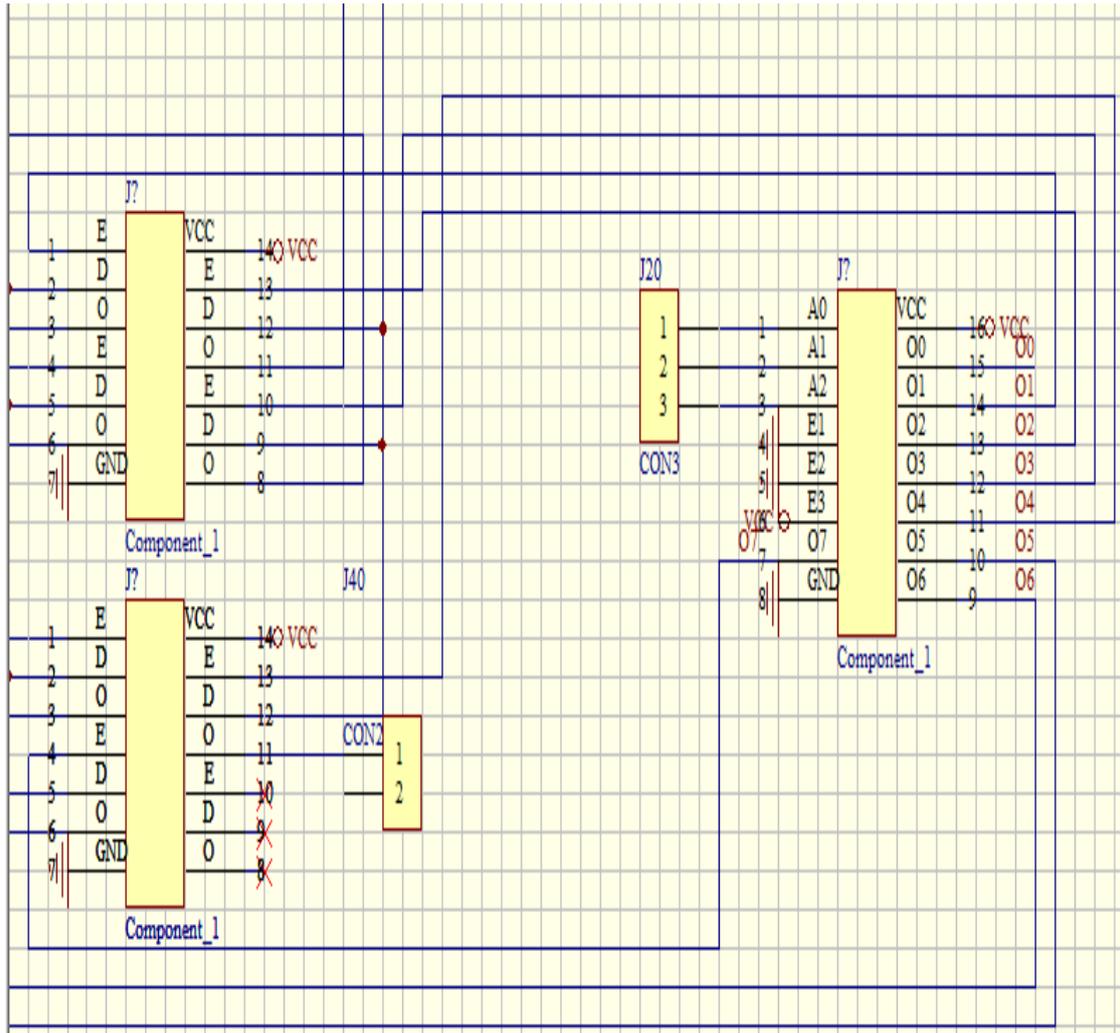
555 震盪電路最主要是為了控制頻率的大小，由 R1、R2 與 C 來求出我們所要的頻率大小，頻率則訂為 37.9K HZ~38K HZ；74138 則為解碼器，為了能讓輸入少的控制輸入多的，其中以 A0、A1、A2 來控制。



圖二十六 紅外線發射器

說明：

有六顆紅外線接收器，是利用光反射特性，由紅外線射出紅外光線，透過紅外線接收器，取得光線打到前方物體折射回的訊號，後端再利用類比數位轉換訊號接收器(ADC)，將資料輸入到微處理器中；其中上面三顆紅外線發射器是遠的，下面三顆紅外線發射器是近的，近的約 $2K\Omega$ ，使它的距離能保持 $2\sim 3$ 公分，遠的則約為 500Ω ，使它的距離能保持 10 公分上下。



圖二十七 74125 與 74138

說明：

74138 為 3 對 8 線解碼器，可利用其中一腳當解多工器的資料輸入端，當資料輸入端時，輸出與輸入反相，74125 再把他反回來。

電路輸入說明：

由電池所提供的電源輸入利用 7805 穩壓器穩壓至 5V，並由匯流排做為連結，當電流進入電路後，會先經過 NE 555 震盪器，讓頻率維持在 38k HZ，發射器才能順利感應到並動作。

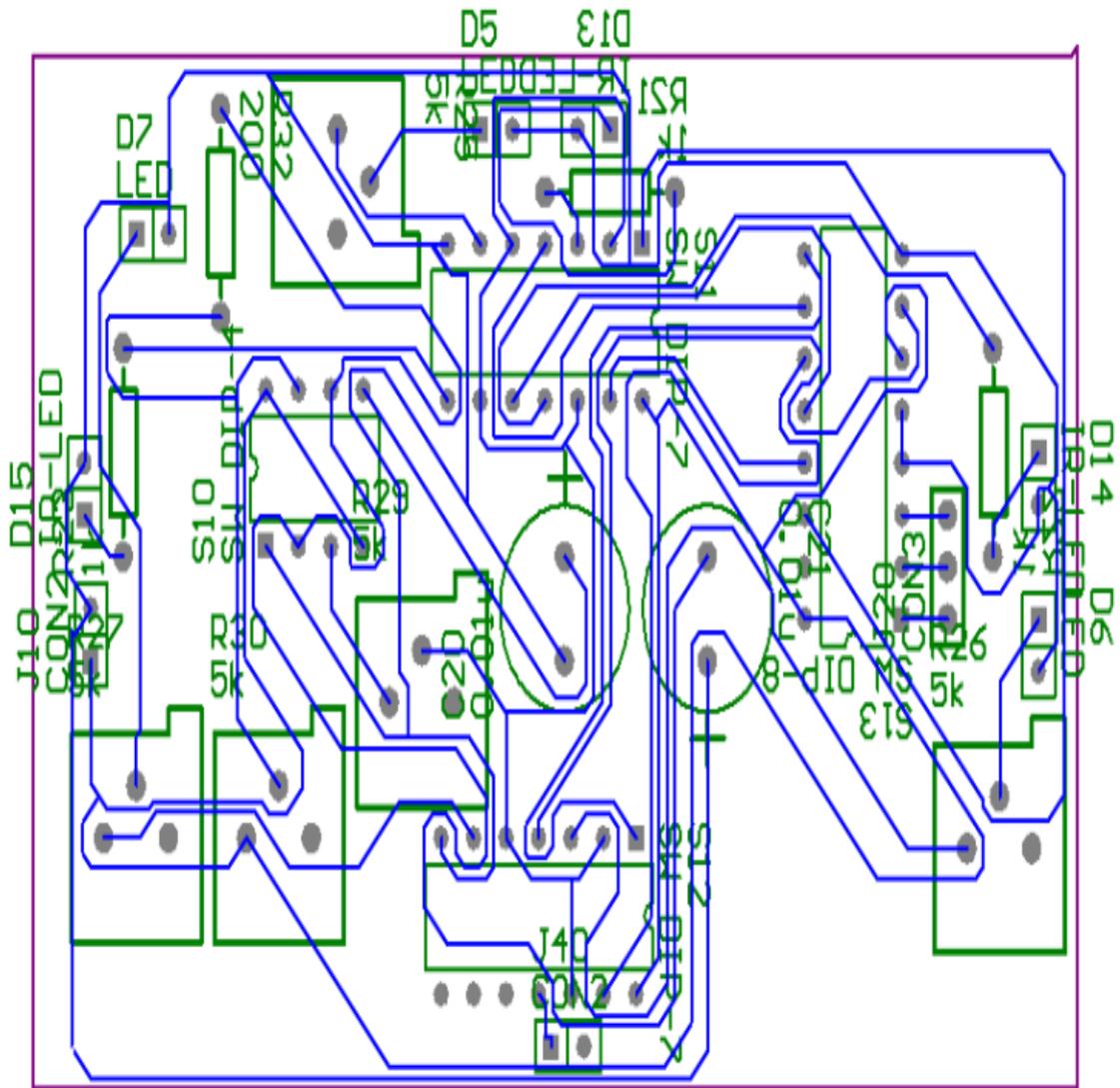
電路輸出說明：

當紅外線發射器順利動作後，我們電路裡用的一個可變微調此時會限制電流，並控制它的遠近，電阻越大會越近，反之，電阻越小就越遠。

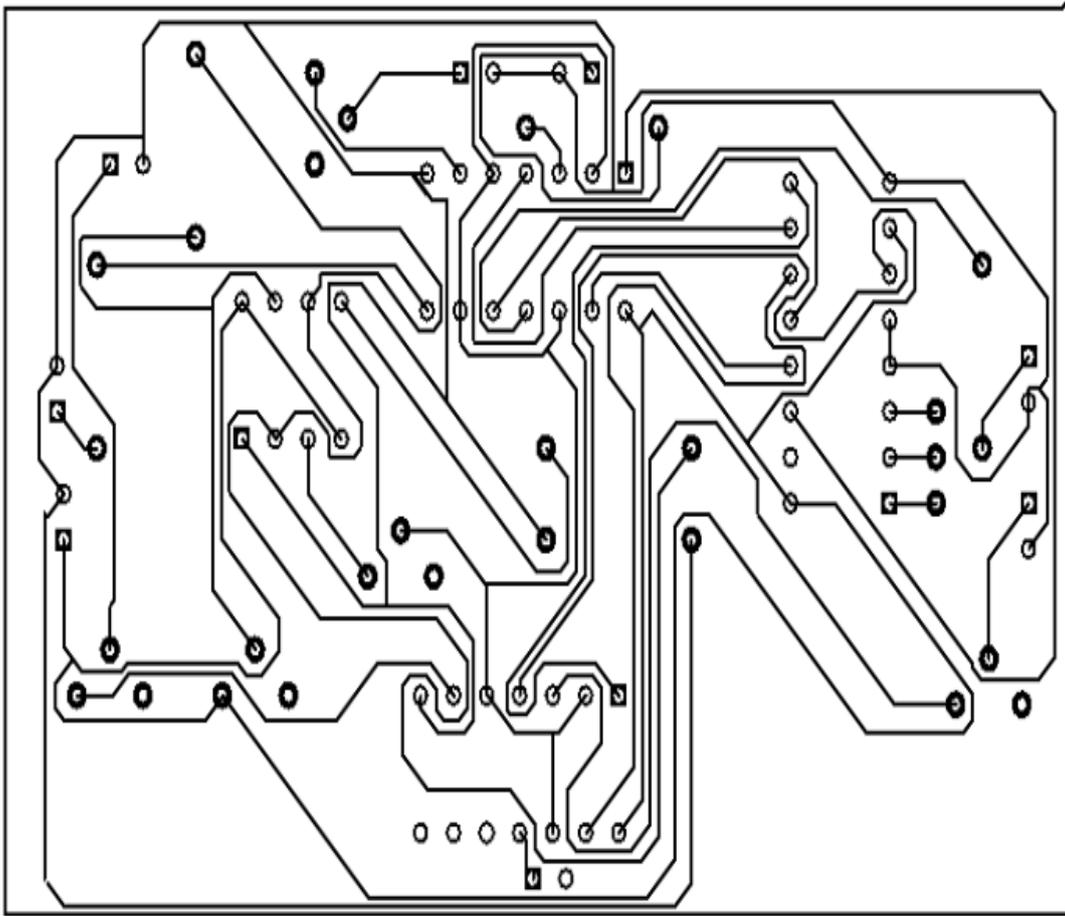
表六、電路元件列表

材料名稱	電路圖代號	數量
電源	J10	1 個
74125 緩衝器	J	2 個
74138 解碼器	J	1 個
紅外線發射器	D13、D14、D15、 D5、D6、D7	6 個
匯流排	J40	1 個
可變電阻 2K Ω	R30	1 個
可變電阻 100 Ω	R29	1 個

NE 555	J	1 個
電容 0.01u	C20、C21	2 個
電阻 1.2kΩ	R32	1 個



圖二十八 PCB 電路圖(彩色+編號)



圖二十九 PCB 電路圖(黑白無編號)

因為發射與接收無法共同擁有同一個電源，所以我們便利用到兩顆穩壓 IC 7805，而穩壓 IC 分別將同一個電壓源區分為兩個輸出。

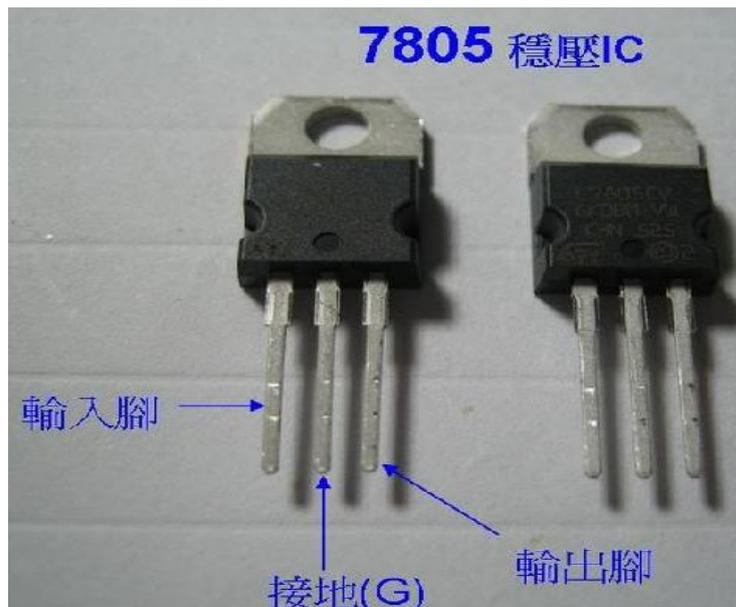
7805 穩壓 IC：總共有三支接腳，最左邊〈黃線〉是供應 IC 電源的輸入端，中間是共通的接地負極，輸出入各一條所以共有兩條線，而最右邊的就是所需要的電源輸出端正極，可以輸出 DC +5V,最大 1A 的電源。

優點：

1. 三支腳，安裝使用容易。
2. 輸入直流電壓範圍廣，輸出電壓穩。
3. 價格便宜。

缺點：

1. 能量轉換效率差。
2. 輸入電壓要大於輸出電壓。
3. 輸出電流最大只有 1Amp。



圖三十 7805 穩壓 IC(參考附錄八、註十一)

555 震盪器介紹：

多諧振盪器可分為

1. 無穩態多諧振盪器(astable multivibrator)
2. 單穩態多諧振盪器(monostable multivibrator)
3. 雙穩態多諧振盪器(bistable multivibrator)

無穩態多諧振盪器是不需要外加觸發信號就能發生振盪，屬於自激式多諧振盪器。

單穩態多諧振盪器與雙穩態多諧振盪器是需要外加觸發信號才能發生振盪。

雙穩態多諧振盪器又稱正反器(Flip - flop)，有兩個穩定狀態，其中一個電晶體 ON，另一個為 OFF(第一穩態)，當外來信號 ON \rightarrow OFF，OFF \rightarrow ON，此狀態一直保持不變(第二穩態)，直到第二個觸發信號輸入，OFF \rightarrow ON，ON \rightarrow OFF，回到第一穩態。

555振盪器具有下列之優點：

1. 只需簡單的電阻器、電容器，即可完成特定的震盪延時作用。且其延時範圍極廣，可由幾微秒到幾小時之久。
2. 它所能操作的範圍甚大，可與 TTL、CMOS 等邏輯閘配合。
3. 其輸出可直接推動多種自動控制電路的負載。
4. 其精確度高、溫度穩定性佳(約0.005%每度C)，且價格便宜。

NE 555的內部中心電路是三極管 Q15 和 Q17 加正回饋組成的 RS 觸發器。

輸入控制端有直接重置 Reset 端，通過比較器 A1，重置控制端的 TH、比較器 A2 置位控制的 T。

輸出端為 F，另外還有集電極開路的放電管 DIS。

它們控制的優先權是 R、T、TH。

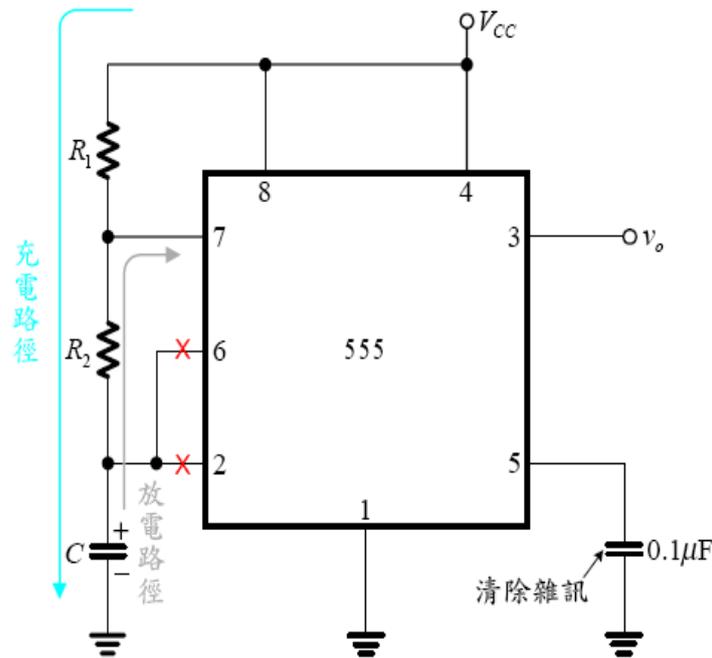
輸出為高準位的時間 $t_H = 0.693(R_1 + R_2)C_{ext}$

輸出為低準位的時間 $t_L = 0.693R_2C_{ext}$

輸出方波的週期為高低準位兩時間之和，即

$$T = t_H + t_L = 0.693(R_1 + 2R_2)C_{ext}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_{ext}}$$



圖三十一 555震盪電路(參考附錄八、註十二)

接腳之功能及使用方法：

- 1、輸出腳位(Ground)：共同接地點。
- 2、觸發腳位(Trigger)：電壓低於 $1/3 V_{cc}$ 或 $1/2$ 控制電壓時，使輸出腳(3)電壓變高準位。
- 3、輸出腳位(Output)：高準位輸出約低於 $V_{cc} 1.7V$ 。
- 4、重置腳位 (Reset)：具有最高優先權，低於 $0.1V$ 時，輸出訊號將變為低準位。
- 5、控制腳位(Control)：操作範圍由高於 $V_{cc} 2$ 伏特至略低於 V_{cc} 。不用時加一旁路電容 $0.01\mu F$ 。
- 6、臨限腳位(Threshold)；高於 $2/3 V_{cc}$ 或控制電壓時，使輸出腳(3)電壓變低準位。
- 7、放電腳位(Discharge)；對地開路，某些情況可代替輸出接腳。
- 8、電源腳位(V_{cc})；操作範圍 $4.5V$ 至 $16V$ 。

老師要求我們頻率 $F=38\text{k Hz}$ ， $F=1/T=1/[0.693*(R_1+2*R_2)*C_{ext}]$

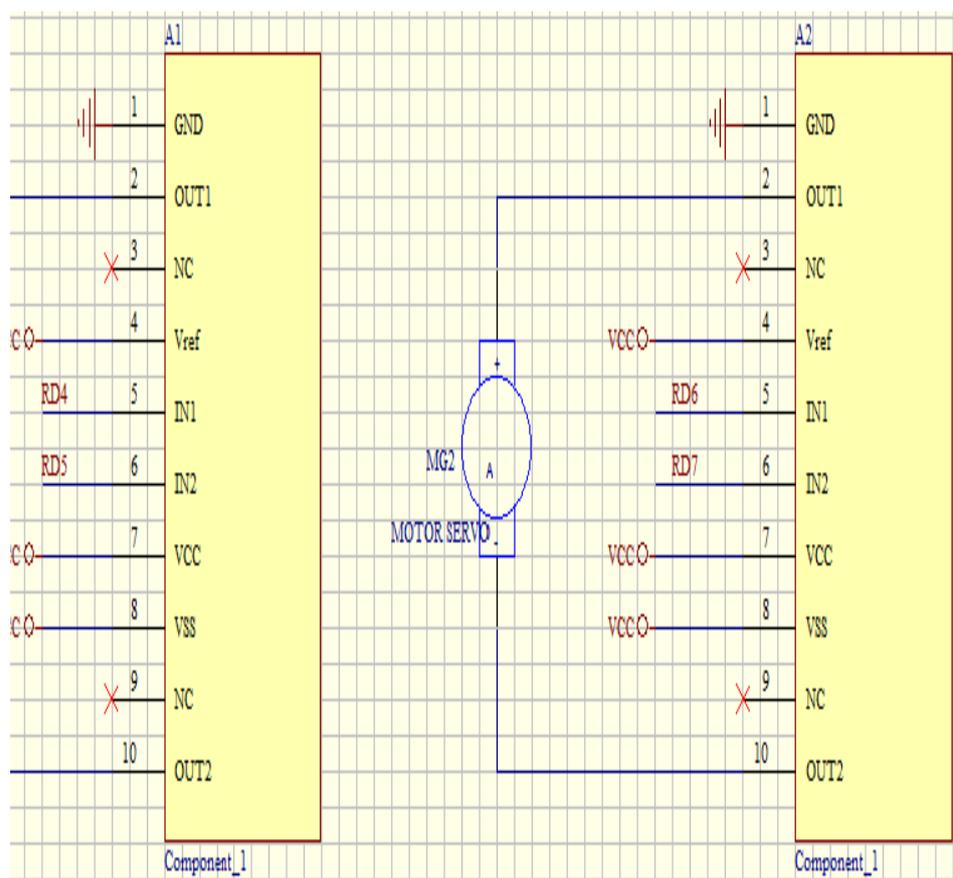
$$38\text{k} = 1 / [0.693 * (R_1 + 2 * R_2) * C_{ext}]$$

$$\rightarrow 38\text{k} * 0.693 * C_{ext} = (R_1 + 2 * R_2)$$

當我們把 C_{ext} 設定成 $0.01\mu\text{ F}$ 時， R_1 會約為 $1.1\text{k } \Omega$ 、 R_2 則會約為 $1.3\text{k } \Omega$ ，不過理論往往不會跟實際值完全相同會有所誤差，我們是用了 $R_1=1.1\text{k } \Omega$ 、 $R_2=1.2\text{k } \Omega$ ，才把頻率測試到約為 38k Hz 的，至於要微調頻率的話也只能用 $R_2=1.2\text{k } \Omega$ 的電阻固定， R_1 用 $1\text{k } \Omega$ 電阻再加上 500Ω 的可變電阻，利用可變電阻來作微調的動作，為何要把 R_2 固定只不過是 R_2 是有 2 個電阻，當 R_2 跟 R_1 相同數值時 R_2 會比 R_1 多出一倍數值，所以會固定 R_2 而用 R_1 來作微調動作，NE 555 的極限參數有分不同的型號，不同的封裝形式及不同的生產廠商的器件這些參數不盡相同，極限參數是指在不損壞器件的情況下，廠商保證的界限，並非可以工作的條件，如果超過某一環境下使用，其間的安全性將不會得到保證，這使用中應加以注意，電路輸入訊號。

而我們所使用的則是 NE 555P 的型號，只有這種類型型號可以比較接近我們所想要的頻率，其他種類的都會有所誤差，且誤差值也太大致於無法使紅外線接收器有所動作。

(2)



圖三十二 馬達控制電路

電路功能說明：

兩顆馬達所在位置，由 PIC 18 來控制馬達驅動 IC，進而由馬達驅動 IC 使馬達運轉，而程式寫入的各種要求，如：正轉、反轉等，均由此步驟所進行。

電路輸入說明：

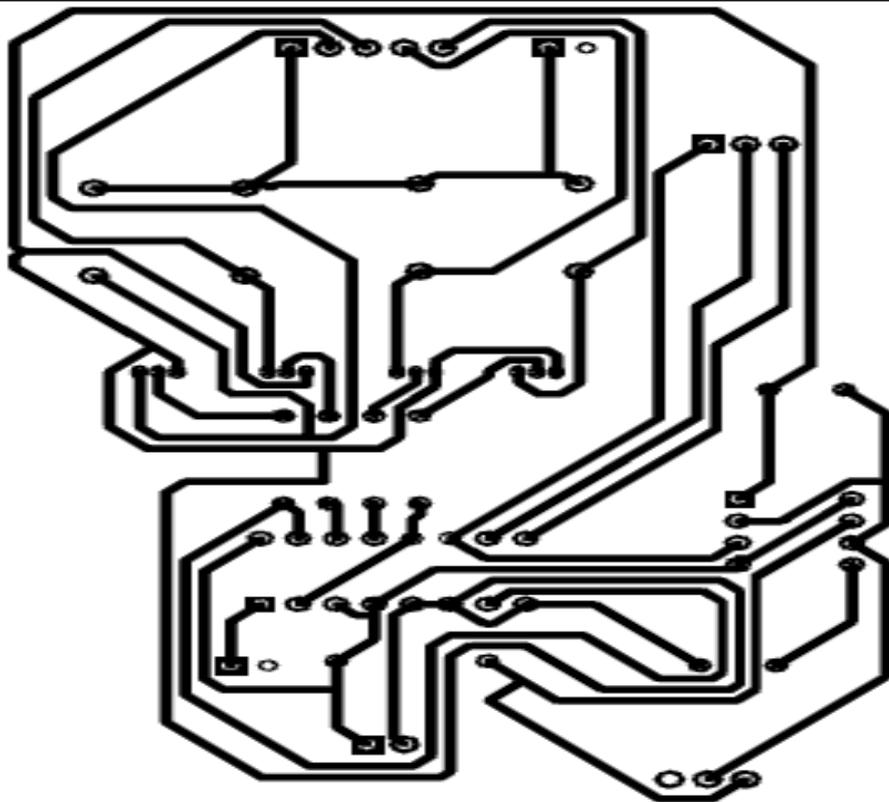
由電池所提供的電源輸入利用 7805 穩壓器穩壓至 5V，當電源流經馬達驅動 IC 時，馬達驅動 IC 便開始動作。

電路輸出說明：

當電源使馬達趨動 IC 動作時，直流減速馬達也會開始運轉。

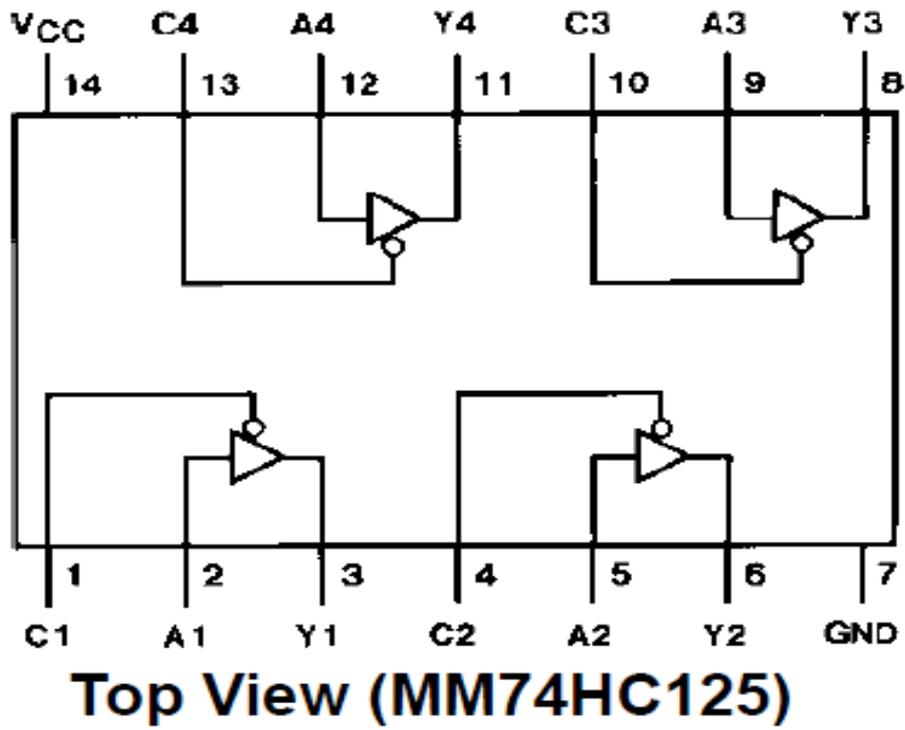
表七、電路元件列表：

材料名稱	電路圖代號	數量
馬達趨動 IC	A1、A2	2 個



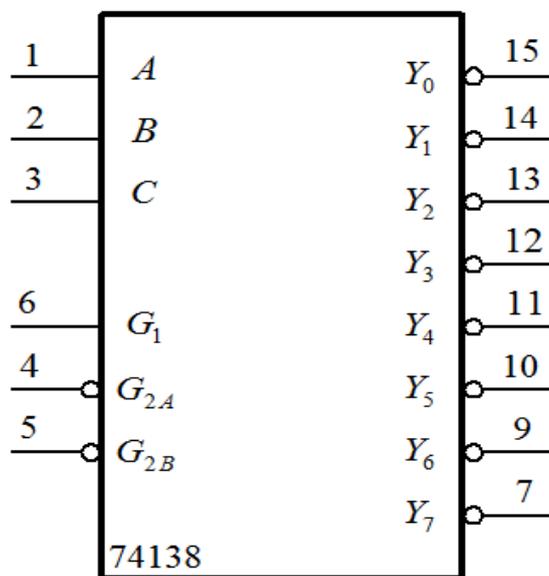
圖三十三 PCB 電路圖(黑白無編號)

74125 : 4 組 3 態緩衝器



圖三十四 74125 緩衝器 IC 位置圖(參考附錄八、註六)

74138：三對八解碼器



圖三十五 74138 解碼器 IC 位置圖(參考附錄八、註五)

輸入						輸出							
G_1	G_{2A}	G_{2B}	C	B	A	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7
0	×	×	×	×	×	1	1	1	1	1	1	1	1
×	1	×	×	×	×	1	1	1	1	1	1	1	1
×	×	1	×	×	×	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

圖三十六 74138 解碼器 IC 真值表(參考附錄八、註七)

74138 為 3 對 8 線解碼器，可利用其中一腳當解多工器的資料輸入端，當當資料輸入端時，輸出與輸入反相。

控制線	選擇線			輸出							
	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7
0	×	×	×	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	G_2	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	G_2	1	1	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	G_2	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	G_2	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1	G_2	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1	G_2	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	G_2	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G_2

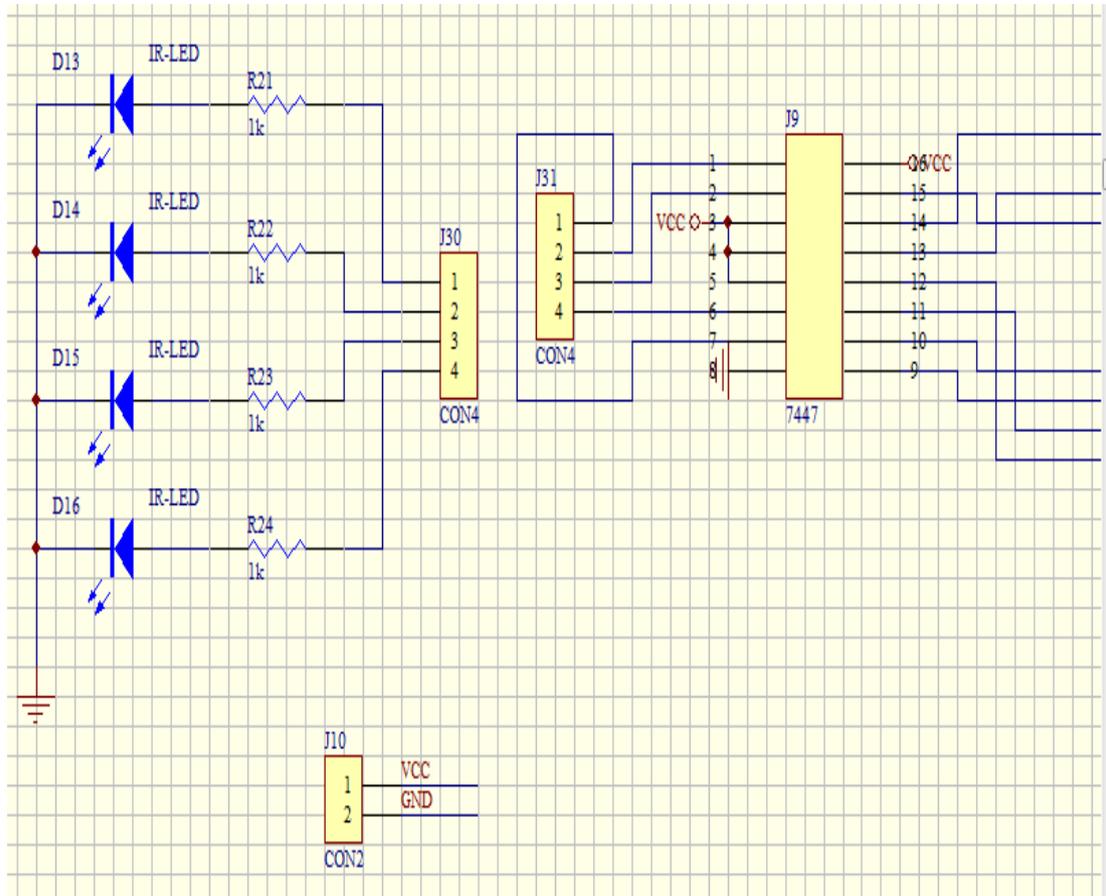
圖三十七 74138 解多工器輸入與輸出同相之真值表

(參考附錄八、註七)

當 $G_1=1$ ， G_2A 、 G_2B 其中之一腳當資料輸入端，另一腳則接“0”

時，輸出與輸入同相 (G_2)。

各部位放大圖(由上至下，由左至右)：

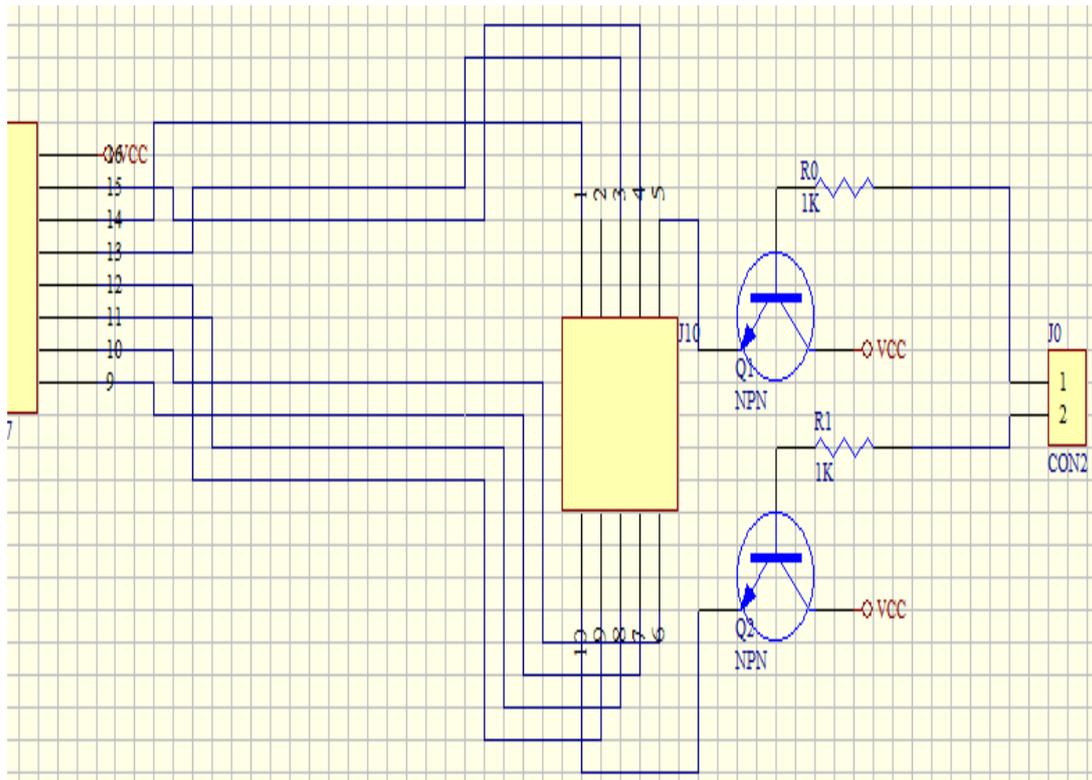


圖三十九 LED、7447 共陽極 IC

說明：

當電路流通時 LED 則會亮，能幫助我們了解電路狀況，7447 共陽極

C 是用來控制七段的 IC。



圖四十 七段顯示器、電晶體與匯流排

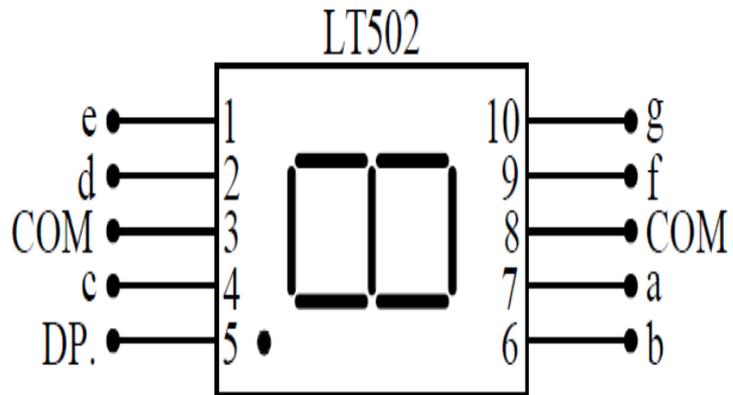
說明：

匯流排是接七段顯示器左邊和右邊的燈。

電路輸入說明：

由電池所提供的電源輸入利用 7805 穩壓器穩壓至 5V，輸入到電晶體 NPN 的 2N2222 上，再接到雙 8 的七段顯示器，然後當接到第十支接腳時，是左邊的單 8 會有動作，接到第五支接腳時，是右邊的單 8 會有動作，且是經由 7447 這顆 IC 來使七段判斷該亮的位置。

電路輸出說明：



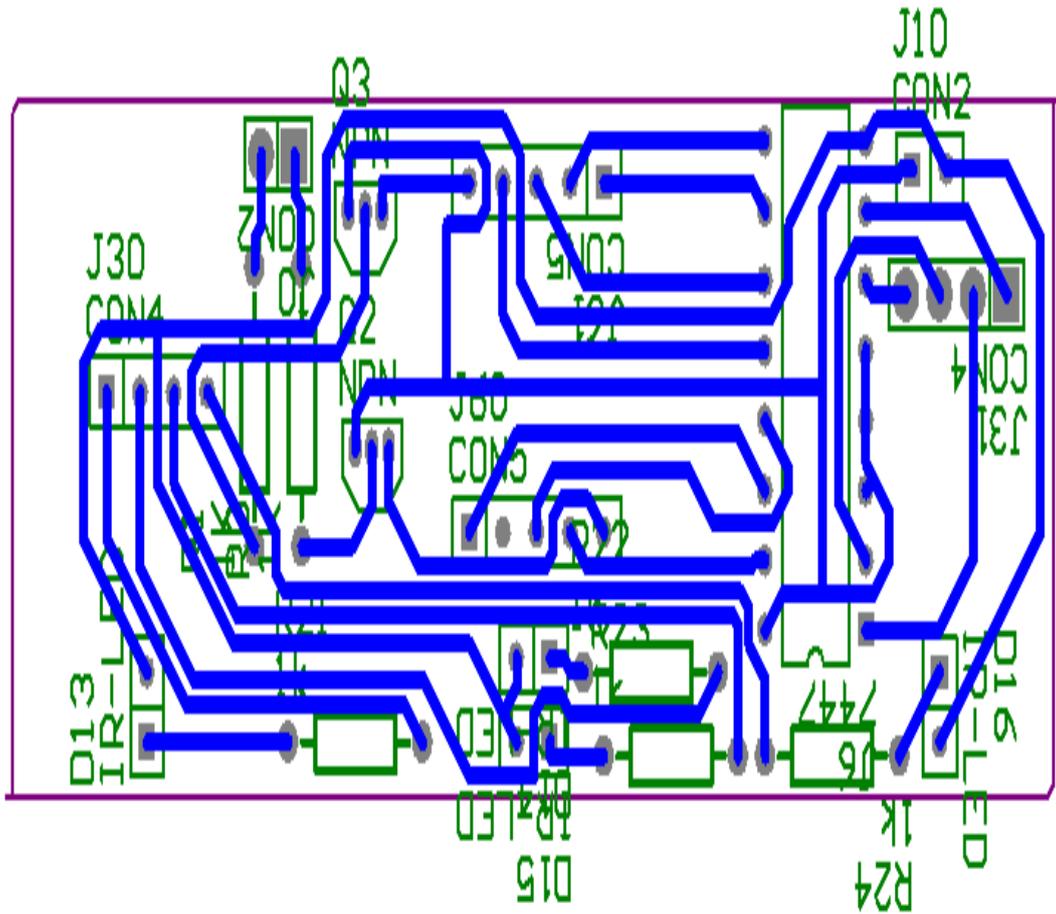
圖四十一 七段顯示器相關位置圖(參考附錄八、註十三)

十進位數	輸 入				輸 出						
	A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
4	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
6	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
7	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0

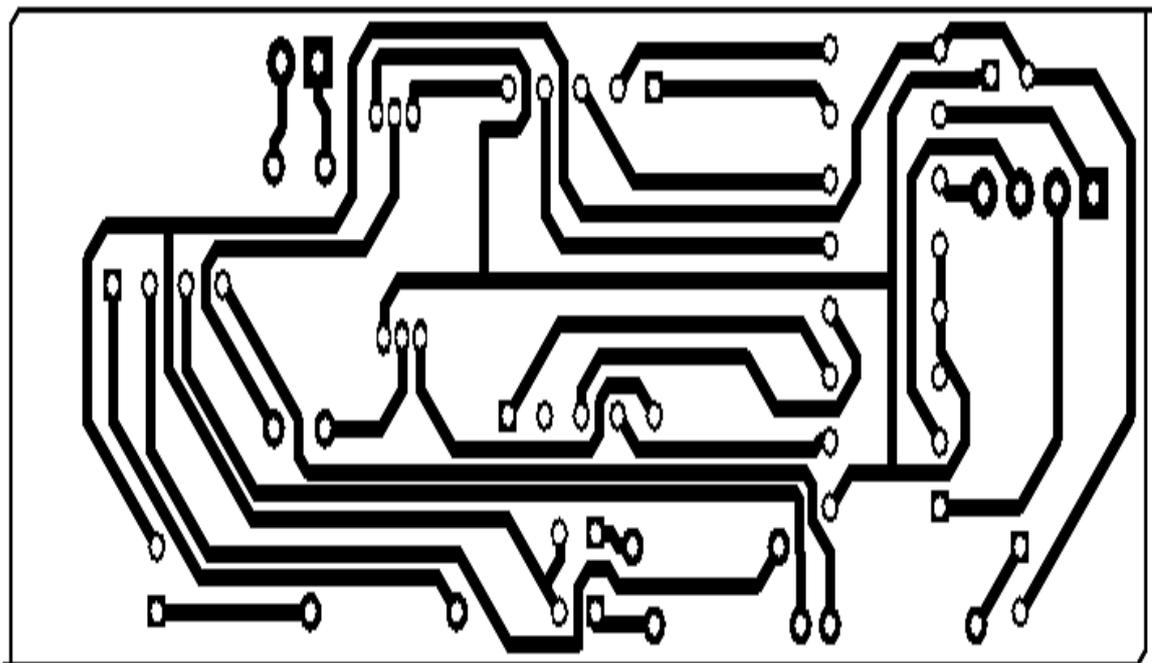
圖四十二 七段顯示器真值表(參考附錄八、註十三)

表八、電路元件列表：

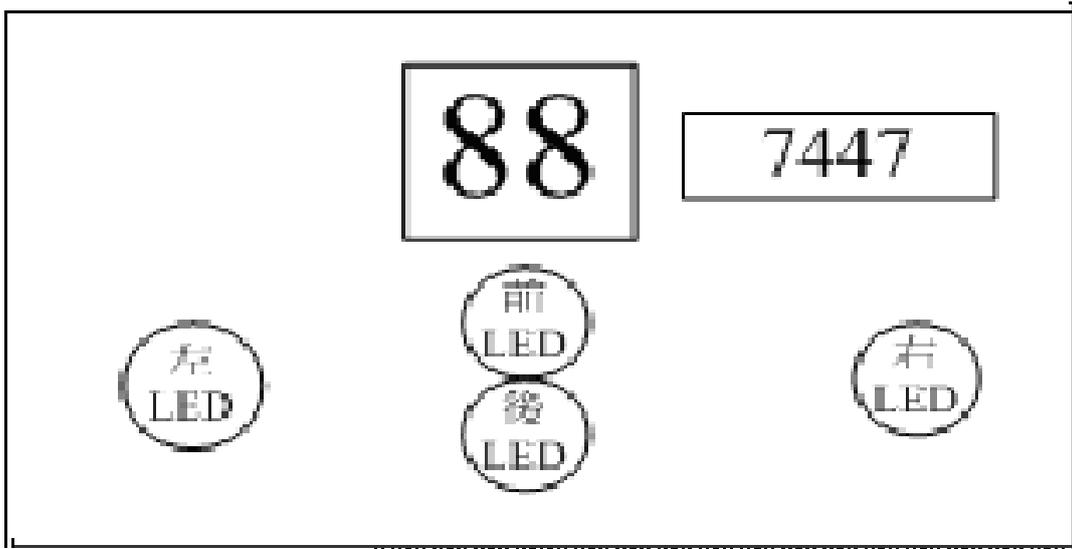
材料名稱	電路圖代號	數量
電源	J10	1 個
LED	D13、D14、D15、 D16	4 個
電阻 1KΩ	R0	3 個
匯流排	J0、J30、J31	3 個
7447 共陽極 IC	J9	1 個
七段顯示器	J10	1 個
NPN 電晶體 2N2222	Q1、Q2	2 個



圖四十三 PCB 電路圖(彩色+編號)



圖四十四 PCB 電路圖(黑白無編號)



圖四十五 電路位置關係圖

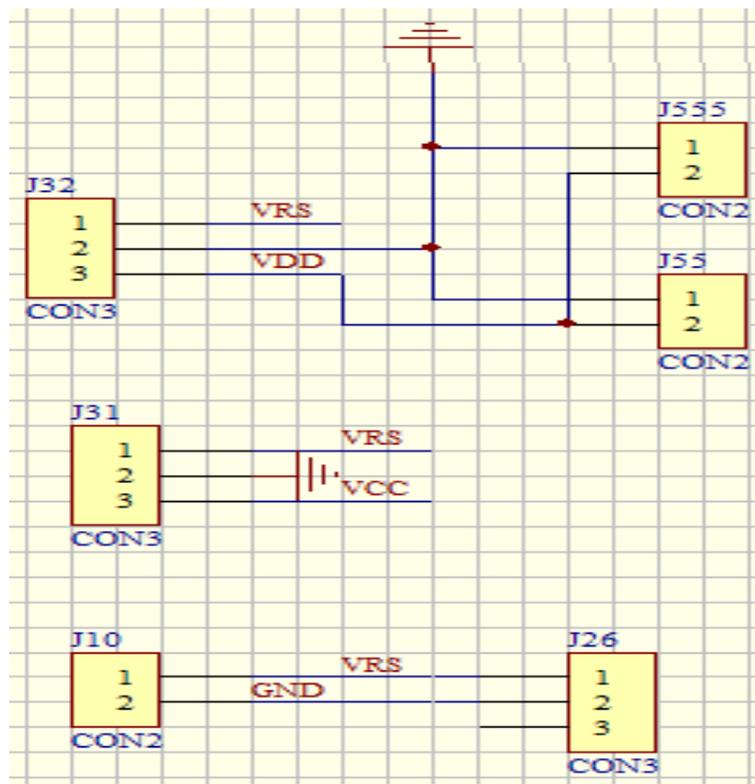
四顆 LED 燈：左(pin 10/ RE2) 前(pin 9/ RE1)

右(pin8 /RE0) 後(pin37 /RB4)

七段顯示器：十位數 BCD (pin 26, 25, 24, 23)

個位數 BCD (pin 22, 21, 20, 19)

(4)



圖四十六 電源電路

電路功能說明：

J10 是主電源輸入，後面的 J26 是開關，為了讓它能夠不必一直驅動著，J31 跟 J32 是 7805 穩壓器，主要是為了讓輸入近來的電流穩壓至 5V 左右，J31 主要是提供第一塊板子的電源，J32 則是第二塊板子的電源，由於第二塊有兩塊板子，所以又分別拉出兩個匯流排，J555 跟 J55 是分別控制第二塊的前、後半部的電源。

電路輸入說明：由電池所提供的電源輸入利用 7805 穩壓器穩壓至 5V。

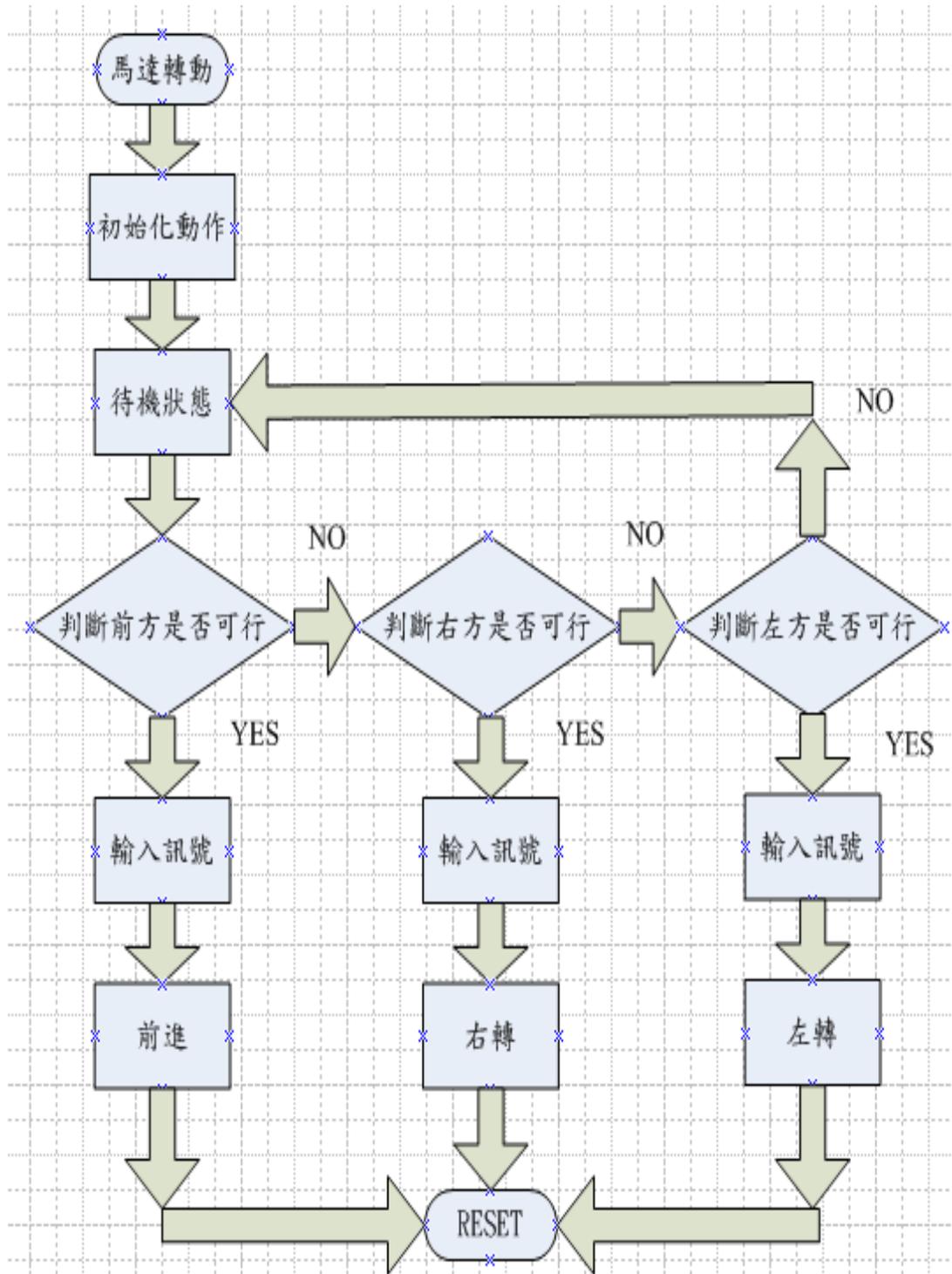
電路輸出說明：穩壓後的電壓約 5V 流到其他電路部位。

表九、電路元件列表：

材料名稱	電路圖代號	數量
7805 穩壓 IC	J31、J32	2 個
主電源	J10	1 個
前半部電源	J555	1 個
後半部電源	J55	1 個

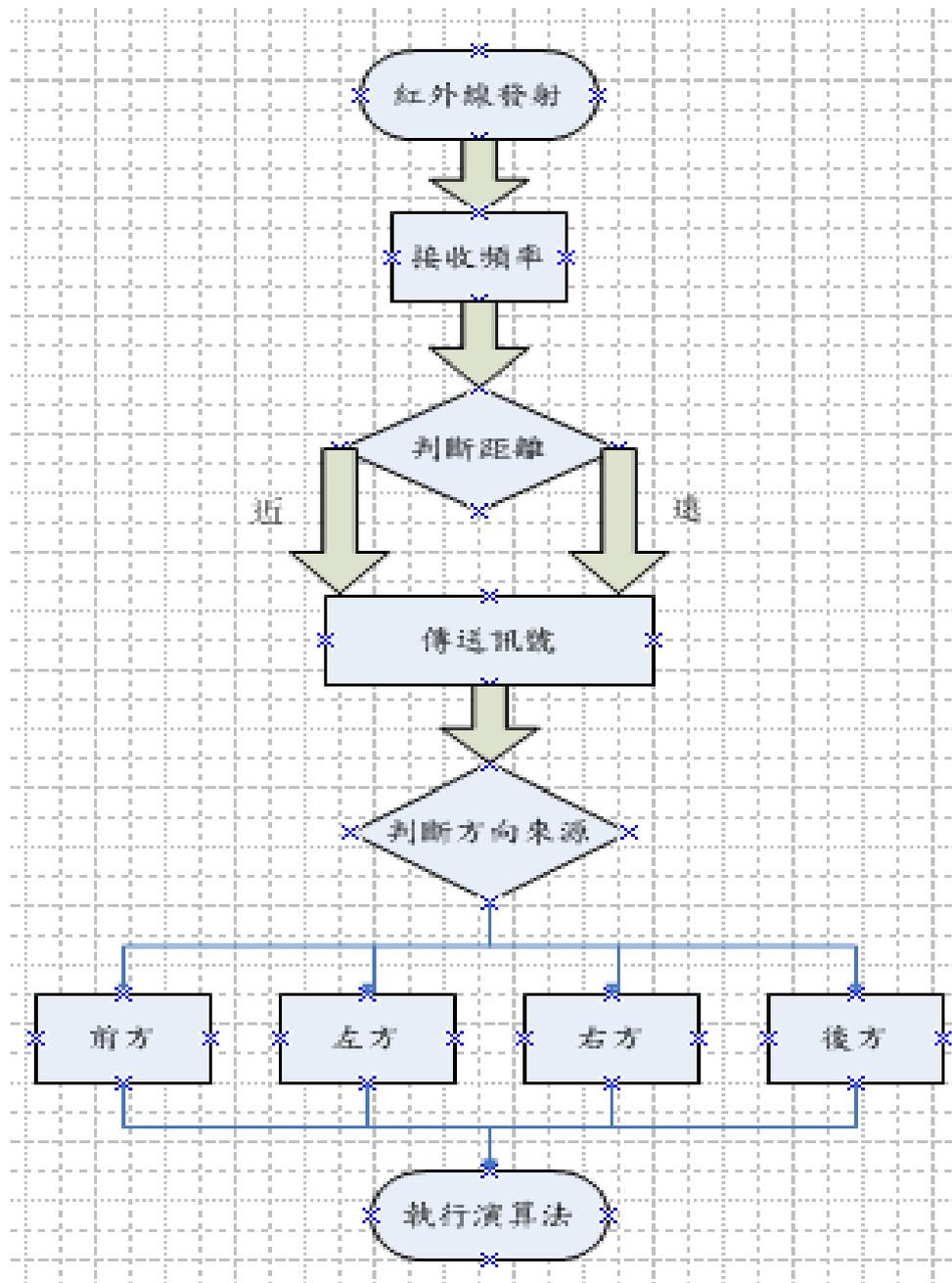
第三節、軟體部分

1.



圖四十七 直流馬達控制程式流程圖

2.



圖四十八 紅外線感測程式流程圖

3. 走迷宮演算法

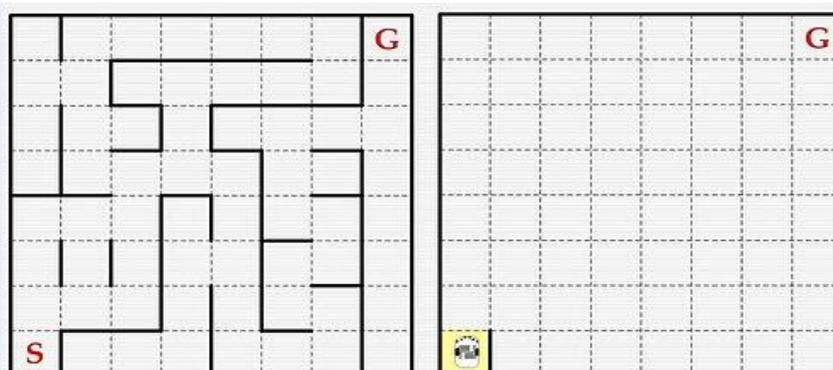
S 為起點，G 為終點，黃色格子為已走過的路徑。

將第一格是先更新，且定義已走過的格子。

圖示解說：

因為是中右法則，所以優先順序為：前方優先、右轉第二、左轉第三。

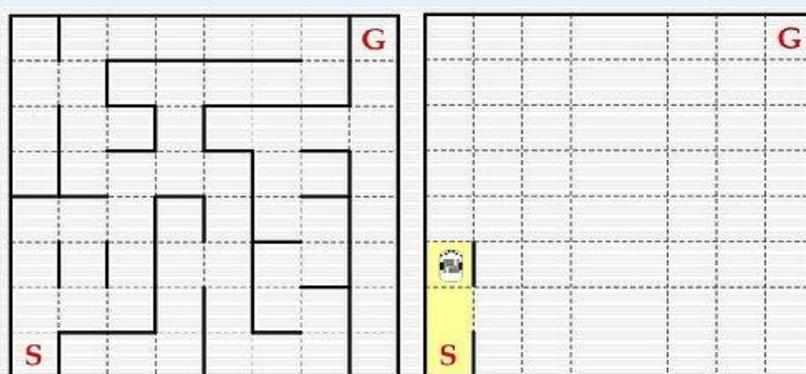
因為前方有路，所以老鼠會向前走。



圖四十九 圖示解說

因為是中右法則，所以優先順序為：前方優先、右轉第二、左轉第三。

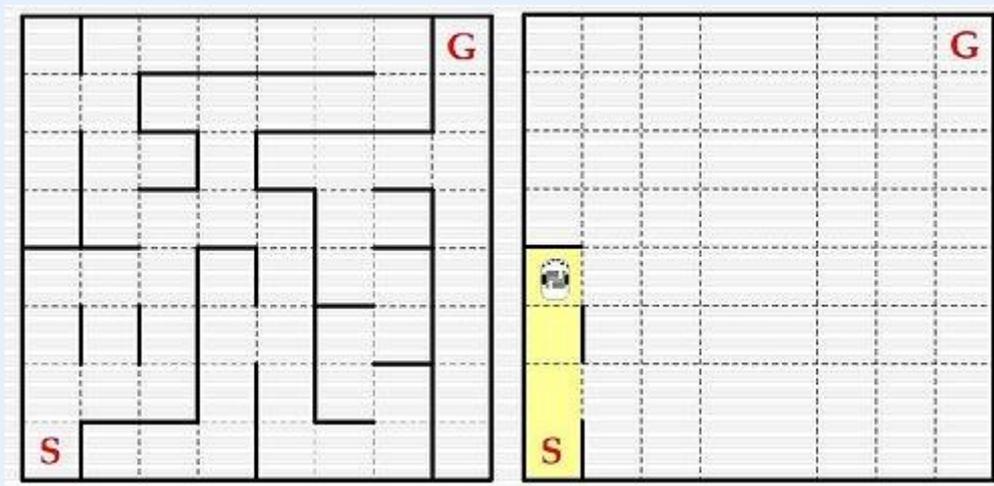
因為前方有路，所以老鼠會向前走。



圖五十 圖示解說

因為是中右法則，所以優先順序為：前方優先、右轉第二、左轉第三。

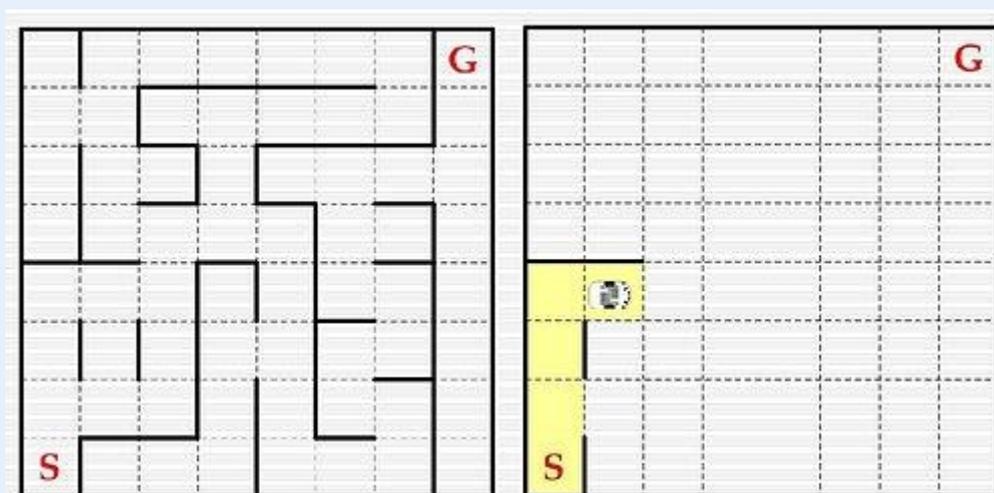
因為前方有路，所以老鼠會向前走。



圖五十一 圖示解說

因為是中右法則，所以優先順序為：前方優先、右轉第二、左轉第三。

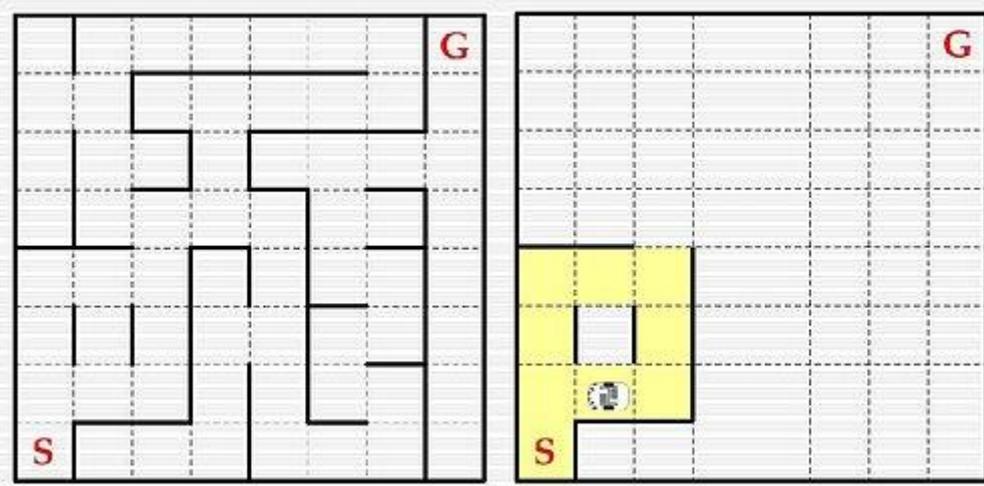
因為前方沒路，所以老鼠會向右轉。



圖五十二 圖示解說

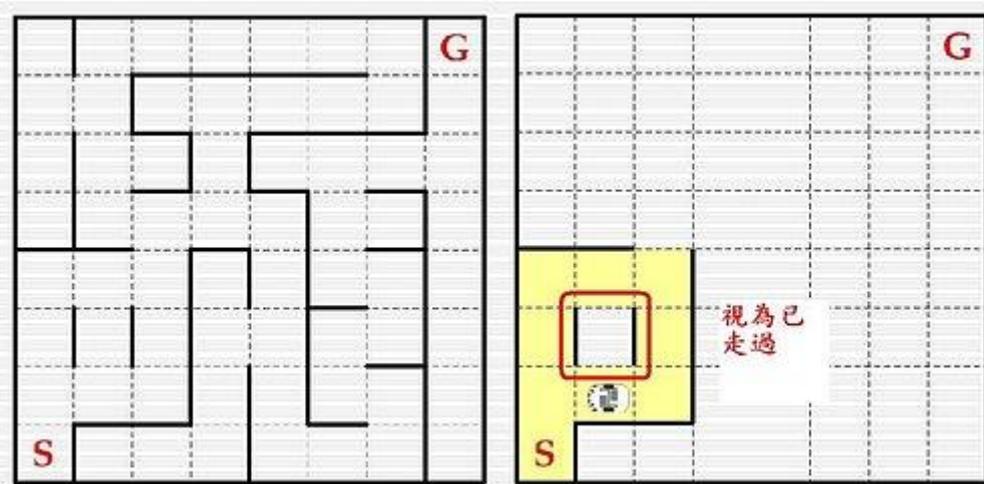
走到這裡，中間有一格雖然沒有走過，

但是它的上、下、左、右、皆走過。



圖五十三 圖示解說

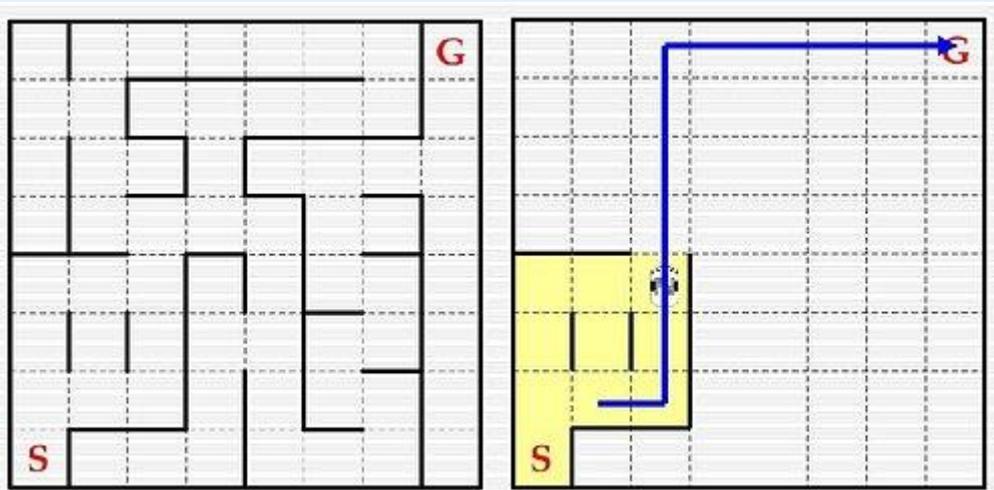
所以我們可以定義中間這格為：已走過。



圖五十四 圖示解說

走到這裡，因為前方沒有走過，

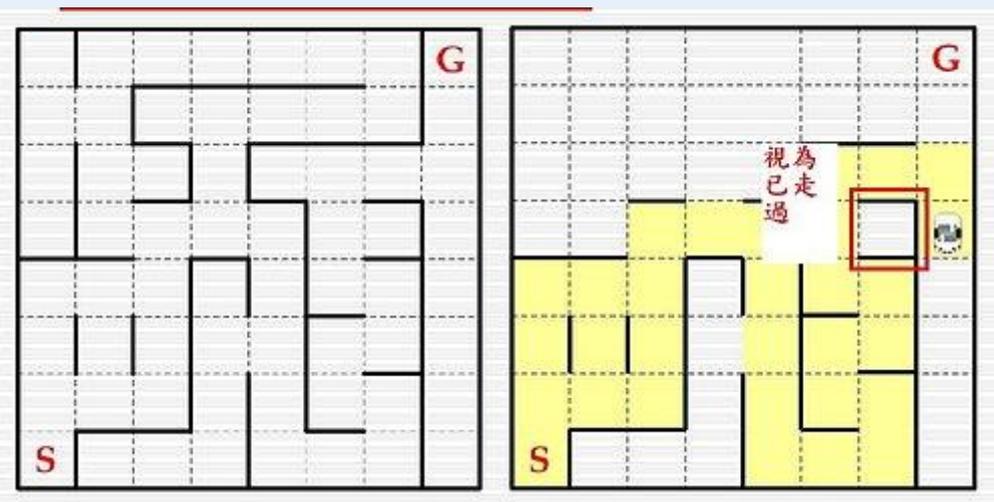
所以會放棄藍色的建議路徑，改為中右法則。



圖五十七 圖示解說

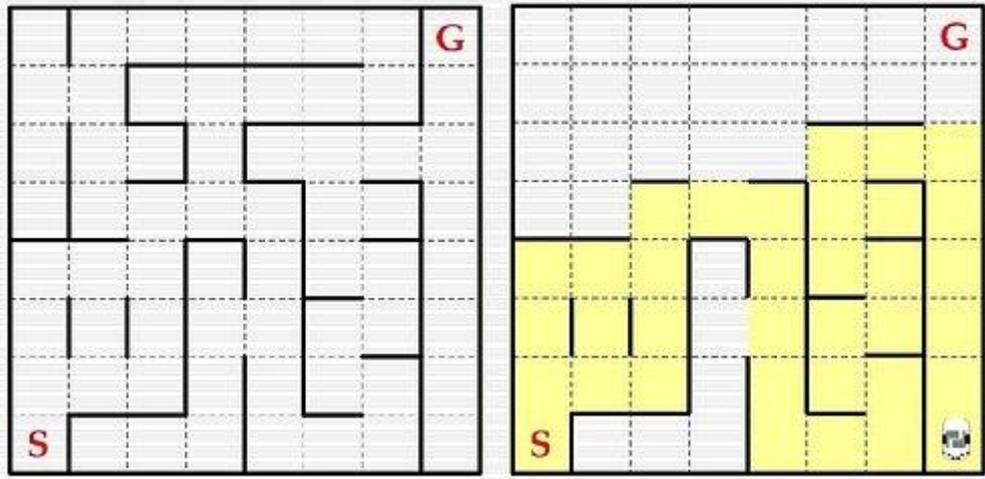
照著中右法則，走到這裡。一樣中間有一格沒有走過，

但上、下、左、右也走過了，所以可以視為已走過。



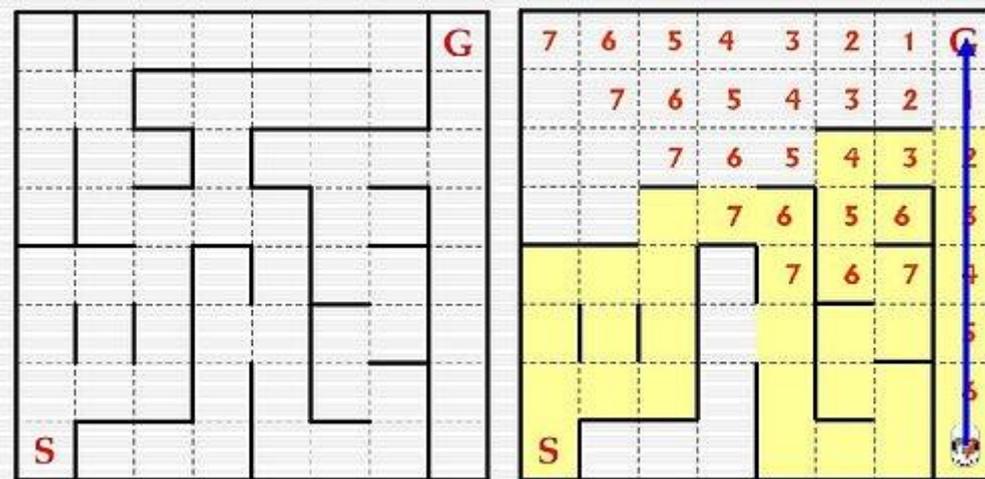
圖五十八 圖示解說

當老鼠走到死巷死，一樣會執行 FLOOD 演算法。



圖五十九 圖示解說

FLOOD 演算法會提供一條建議路徑給老鼠。



圖六十 圖示解說

第四章、實驗測試

第一節、PCB 電路板製作過程

表十、使用材料列表

材料名稱	數量	材料名稱	數量
感光板	3 片	0.3 鑽針	1 支
蝕刻液	1 包	0.5 鑽針	1 支
顯像劑	1 桶	0.7 鑽針	1 支
鑽孔機	1 支		

操作過程說明：

規劃過程：

首先將所需材料備齊後，先規劃好電路圖，這步驟不但需安排好線路位置與元件大小，更有一堆小細節要注意，不然絕對會影響洗出來的成品品質與成功機率，其中有 3 個基本要點需多加注意：

- (1)、7805、NPN 達靈頓放大器、公腳座、電源座、接腳孔需配合元件加大。
- (2)、每一個元件名稱要標示正確清楚。
- (3)、電源的線要比一般訊號線，粗一倍，測試電壓有些不足。

感光過程：

當電路圖的各項細節都規畫好後，將其列印製投影片上(透明曝光效果較好)，並在上面隔一面透明的板子壓住，然後於日光燈下感光約 20 分鐘。曝光太多或太少都很可能會失敗。

顯像過程：

將曝光好後的投影片丟入由顯像劑與水混和的溶液裡，比例可以自行斟酌，然後以圓圈方式均勻搖晃，洗除電路板表面物質。

蝕刻過程：

顯像好後的板子先觀察其電路線，看看有沒有清楚，越清楚成功機率越大，確認好後放入裝滿蝕刻液的容器裡，並加熱約 10 分鐘，加熱棒的溫度設置為 50~60 度即可，此時要注意加熱棒勿接觸塑膠表面容器以免燒融。

第一次電路板線路檢查：

板子洗好，曬乾燥後，用三用電表歐母檔檢查每一條線的兩端點是否相連正常，如果有沒導通的線，可視情況斟酌用焊錫救看看。

鑽孔過程：

使用小於電路板所繪圓圈之鑽頭，禁止使用太粗的鑽頭，不然會影響到線路，並將孔鑽於圓心中。

焊接過程：

先輕輕磨焊接點的表面，刮除元件接腳圓圈表面物質，露出鍍銅後再焊，這樣會較容易連接成功，焊槍接觸 IC 等元件接腳時，要避免接觸過久，以免 IC 因高溫燒毀，間隔 5 秒降溫後再焊接。(注意沒有腳座的元件，如：7805、NPN 達靈頓放大器(TIP122)、電容、電阻、二極體、紅外線發射器、LED 等較容易燒毀)

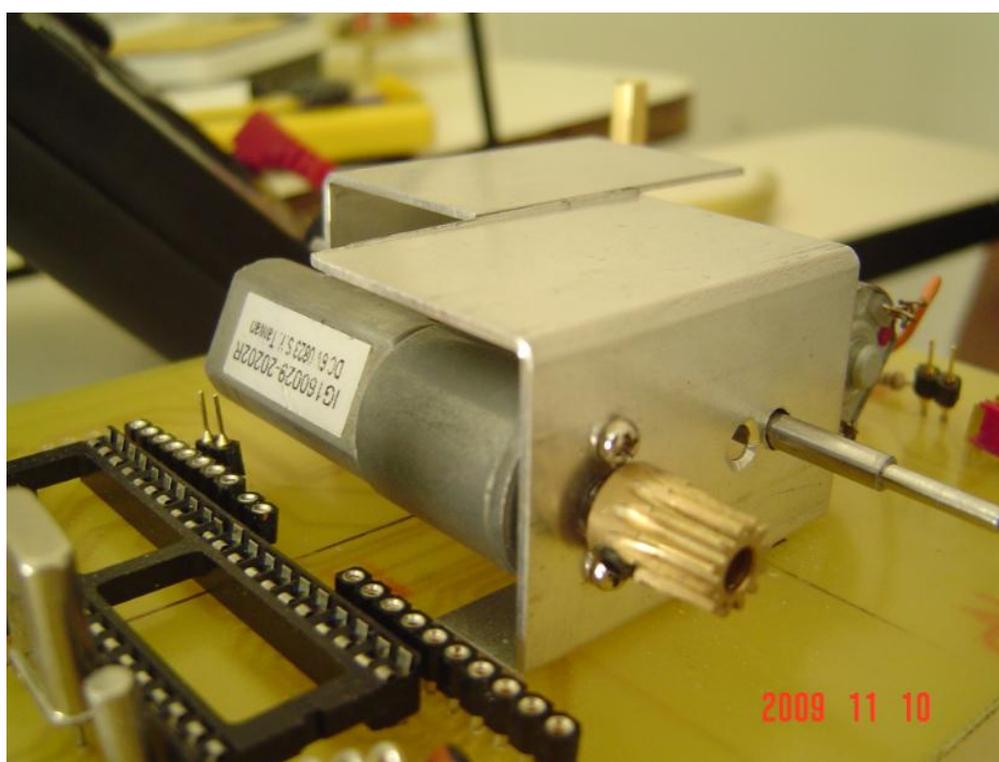
第二次電路板線路檢查：

用電表歐母檔檢查每 IC 元件的接腳端是否與線路有焊接成功。避免虛焊。

第二節、機械組裝過程

在機械組裝中最為困難的可能是鋁板的切割與鑽孔，因為要配合電路的大小而一再的改規格，並且為了要使他平衡，以便之後放進輪胎好支撐起整塊電路也費了不少功夫。

最後把每一塊的電路都完成之後，也就是要將他全部都組合起來，一定要配合每一塊的電路位置與適當的高度，在他的角落鑽上四個孔，並加上輪胎與鋁板，這還算是將它的硬體方面都完成。



圖六十三 機械組裝圖

第三節、紅外線感測

我們是先以 NE555 震盪器來作頻率的震盪器用，再跟紅外線感測器的接收和發射做結合，至於電源我們原本想用單電源來做發射跟接收，不過測試後發現需要用到雙電源才能做到，因為接收需要一個電源，發射也需要一個電源，這樣才能有動作，不過最後我們有用兩顆 7805 穩壓 IC 來接，就變成了只用單電源就能做動作了；至於頻率的部分，老師要我們要把頻率定在 38KHz，不過實際的 NE555 震盪器的公式跟測試的往往都是有誤差的存在，於是我們在不斷嘗試修正、改變後，才把頻率調到 38KHz 左右，NE555 的公式為：

$$T = 1 / F = 1 / [0.7 (R1 + 2 \times R2)]$$

而我們把電容 C 都定為 0.01uF，至於電容一般都會把第 5 支接腳外，接一個電容到地，而那個電容一般也都會設定在 0.01uF，不過除了頻率的測試比較麻煩之外，還有就是紅外線感測器的接收和發射的規格型號都有所好壞，不過主要的還是發射的規格有比較差，不同的型號它的性能也都有所不同，有的可以接收到挺遠的，不過也有很近的，至於電子鼠必須要用到 3 至 4 個遠的和 3 個近的紅外線發射、接收器，遠的分別為前後左右，近的為前左右。

紅外線感測器需考慮發射與接收兩部分

發射部分所用之電壓以脈衝式訊號供電，頻率需配合接收器的濾波頻帶，兩者需相同(頻率 37.9 k or 38k Hz，由 555 產生)，若直接接電，電壓 always on 的方式會使發射器疲乏，效能下降，頻率也不對。

作遠距離感測時(9~ 10 cm)，發射部分所用之電壓需增強些(頻率不變)，但注意不可超過其可接受之最大電壓以免燒毀，作近距離感測時(2 cm~ 3 cm)，則將發射部分電壓減小(需用微小型可變電組調整)。

第四節、馬達測試

馬達是我們與老師共同研究討論，怕老鼠的度過快而導致彎道的失誤，最後我們決定在馬達方面除了正轉之外還多加上了反轉功能，以便在彎道時能達到減速的公用，好在彎道時不會應速度過快而導致撞牆與翻車的可能性。

第五節、顯示電路測試

在都還沒還沒開始時，我們都為了確定我們的構想沒錯，都是先在麵包板上做測試，他的功能是否正確，有沒有所預期的成效而發費了許多時間與精力。

我們先測試的是馬達是否能夠顯現出正轉與反轉的功用，利用 C 語言的程式寫法對 PIC 18 寫入的程式，以觀察測試結果，而正轉反轉功能也有測試成功。

接下來測試的項目為紅外線是否能有 38k HZ 的訊號，原先也是使用 PIC 18，將程式寫入看能否跑出 38K HZ 的訊號，但其結果不理想，最後想了個解決辦法就是我們利用了 555 電路的特性，控制微調，以求出了我們理想的訊號；再來是紅外線的測試，先是看 555 能否與紅外線組合，就是看它的發射與接收是否能夠彼此接受到它的訊號，在測試中雖然有點小問題，但在一直修改電路並思考問題點後，我們終於能讓紅外線的發射與接收彼此都能收到訊號，而為了讓電路在接觸牆壁之前有時間做出變化，我們特地將紅外線設置為了有遠和近的功用，以讓電路更完善。

最後，老師為了能讓電路顯示他的作用高低，特地還要我們在加裝七段顯示器與 LED 作為其他的功用。

第六節、電子鼠行走測試

在原本的構想思考是老師在迷宮中行走，在他的前後左右都有紅外線的控制，已趕次他週遭的障礙，以走出完好的路線。而為了更加顯示他的功能我們就多加裝了一些額外的東西，如:LED…，在他感測到他之為有障礙時就會亮。

不過，最終由於測試時有錯誤，尋找後仍然有著未知的錯誤存在，因此，電子鼠還是無法行走的狀態中，當然我們也會繼續研究，好找出錯誤原因，以便將來的實際測試。

第五章、結論與未來工作

在製作的過程當中所遇到的困難不勝枚舉，因為是第一次接觸，我們從原本的完全陌生，到現在漸漸熟悉，都是一點一滴累積而來的經驗，好在有以前學長留下來的一些資料，加上老師在旁指導，我們才能一步一步往前邁進，中間不但經歷了各種軟體的學習嘗試，像是 Protel 99 SE，雖然我們大致上還會使用，可是這並不是一套可在短時間內，就能完全摸熟的軟體，也因此我們其實還是有不少不會使用的地方需要翻書，圖書館更是走了不知幾遭，當然，我們也將我們的經驗傳承給未來的學弟，所以有把我們 Protel 99 SE 的學校操作過程記錄下來，留給學弟們當範例；還有電路規劃安排，這是我們以前不曾接觸過的反覆過程，需要不斷發現錯誤並修改，一旦問題產生就要有馬上發現並修正的能力，這都是我們以前所不具備的，最後是焊電路與材料加工，這些都是更細部的工作，一個不小心可能電路板或材料就毀了，這種種的一切，都是以前我們不曾接觸過的，也因此，過程中遭遇了不少艱辛過程，需要不斷考驗我們的耐心與毅力，雖然目前我們仍未達到盡善盡美的要求，不過相信有了這次的製作經驗，對於電子鼠的軟、硬體部分，都有了一定的了解，也有利於下次的製作，未來我們也會繼續往這幾個方面做更完善的專研，並將經驗傳承給學弟們，讓他們繼續向前。

參考文獻

附錄一、組員分工項目

BQ95004 高瑋廷：

報告書提供意見、焊電路、各項電路測試、電路板鑽孔、電路板架構組合。

BQ95006 陳寬益：

報告書撰寫、材料尋找、零件購買、齒輪加工、洗電路版、電路板架構組合。

BQ95032 林志宏：

規畫並修改電路圖、各項電路測試、報告書提供意見、電路板鑽孔、電路板架構組合。

BQ95035 賴正凱：

材料尋找、零件購買、電路板鑽孔、齒輪加工、洗電路版、馬達架構組合。

附錄二、電子鼠材料表

表十一、電子鼠所使用的全部材料

材料名稱	電路圖代號	數量
PIC 18 晶片	JP1	1 個
紅外線接收器	J2、J3、J4、J5	4 個
32.768K HZ 的 石英震盪器	Y2	1 個
10M HZ 的 石英震盪器	Y1	1 個
RJ11	J54、J56	1 個
74138 解碼器	J	1 個
匯流排	J0、J12、J13、J30、 J31、J40	6 個
主電源	J10	1 個
前半部電源	J555	1 個
後半部電源	J55	1 個
按鈕開關	J26	1 個
LED	D17	1 個
7805 穩壓 IC	J31、J32	2 個

馬達驅動 IC	A1、A2	2 個
陶瓷電容 200P	C13	1 個
陶瓷電容 15P	C1、C2	2 個
陶瓷電容 33P	C3、C4	2 個
電阻 120Ω	R25	1 個
電阻 10KΩ	R26	1 個
電阻 470Ω	R27	1 個
74125 緩衝器	J、J	2 個
紅外線發射器	D13、D14、D15、 D5、D6、D7	6 個
可變電阻 5KΩ	R30	1 個
可變電阻 100Ω	R29	1 個
NE 555	J	1 個
電容 0.01u	C20、C21	2 個
電阻 200Ω	R32	1 個
LED	D13、D14、D15、 D16	4 個
電阻 1KΩ	R0	3 個
7447 共陽極 IC	J9	1 個

七段顯示器	J10	1 個
NPN 電晶體 2N2222	Q1、Q2	2 個

以上為統整後的所有電路元件數量

材料購買或訂製公司名稱

華郁塑膠：台中縣大里市德芳南路二段 105 號

<http://www.hwayu.com.tw/index.html?OVRAW=%E8%8F%AF%E9%83%81%E5%A1%91%E8%86%A0&OVKEY=%E5%A1%91%E8%86%A0%20%E9%8B%BC&OVMTTC=advanced&OVADID=17665795042&OVKWID=209664262542>

巨順車床：台中縣大里市鳳凰路 232 巷 5 號

今華電子有限公司：台中市中區中山路 36 號/中區民族路 28 號

http://3c.taichung.emmm.tw/L3_content.php?L3_id=43759

廣華電子：臺中市西屯區環河路 18 號(老虎城後方)

<http://www.cpu.com.tw/>

志瑞螺絲：大里市現岱路 88 號

宏泰螺絲：台中市南區五權南路 583 號

建國市場五金街：台中市中區建國路

學友遙控模型專賣店：台中市民生路 69 號

<http://www.syhobby.com/>

閃電模型：台中市復興路 2 段 133 號

附錄三、人工智慧電腦鼠走迷宮競賽規則

目的：本競賽的主要目的在設計並製作一個可以在最短時間內找到迷宮終點的機器人，所有參加本競賽的機器人都稱為「電腦鼠」，負責將該「電腦鼠」放置於場地，並讓「電腦鼠」開始動作的人稱為「操作員」。



圖六十四 電子鼠比賽現場圖(參考附錄八、註八)

電子鼠行走要點：

- (1) 電腦鼠必須要能獨立自行控制，並且不能用燃燒的方式取得能源。
- (2) 電腦鼠的長寬不應超過 25 cm× 25 cm，高度沒有限制。如果電腦鼠在行進間會改變幾何結構的話，也必須符合上述的規定。
- (3) 電腦鼠在迷宮中行進時，不得在後方遺留任何的東西。
- (4) 電腦鼠不得躍過、攀登、損傷或破壞迷宮壁面。

競賽規則：

(1) 電腦鼠的基本功能是要能由迷宮起點行進至終點，這稱為「一趟」，使用的時間稱為「運動時間」，但是電腦鼠由迷宮終點回到起點的時間不能算成是「一趟」的「運動時間」。電腦鼠必須要能獨立自行控制，並且不能用燃燒的方式取得能源。

(2) 電腦鼠由啟動後到某一趟開始行進前的時間稱為「迷宮時間」。電腦鼠在行進期間如果需要操作員的人為協助，稱為「發生觸碰」。電腦鼠的成績就根據「運動時間」、「迷宮時間」以及「發生觸碰」等三個參數來評定它在速度、解迷宮的效率以及自主性上的表現。

(3) 電腦鼠在迷宮場地的競賽中，最多只能擁有 7 分鐘的時間。在這個時間限制下，電腦鼠可以嘗試至多 7 次由迷宮起點出發找出迷宮終點以及最短的運動路徑(比賽隊伍數太多時，主辦單位保留調整時間與嘗試次數的權利)。

(4) 電腦鼠到達迷宮終點後，可以人為的方式將電腦鼠移至起點，或是讓它自行回到起點。如果以人為的方式將電腦鼠移至起點，代表「發生觸碰」，後續的成績計算就無法享受到沒有「發生觸碰」5 秒鐘的時間回饋。

(5) 每一趟「運動時間」的計算，是量測電腦鼠離開起點方塊後直到進入終點的時間間隔。而「迷宮時間」的計算則是量測電腦鼠第一次啟動後，直到某一趟運動的起始期間的時間間隔。電腦鼠第一次啟動後，並不一定馬上開始行進，但卻必須放置在迷宮的起點方塊中。

(6) 電腦鼠成績計算的公式以及最佳成績的登錄方式如下：

單次成績 = 「運動時間」+ (「迷宮時間」除以 30) - 5 秒(沒有「發生觸碰」)

最佳成績 = 各單次成績中時間最長者。

(7) 「運動時間」、「迷宮時間」的計算，是由裁判人員手動的方式或由紅外線感測器自動地在電腦鼠迷宮的起點方塊與迷宮的終點方塊間量測而得。當使用紅外線感測器時，迷宮起點的感測器會裝設在起點方塊的邊界上，而迷宮終點的感測器則會裝設在迷宮終點方塊的入口上。紅外線感測器會保持水準的發射與接收角度，並且離迷宮地面大約 1 cm 高的位置。

(8) 電腦鼠的啟動程式中，不應包含提供操作員針對迷宮特性，選擇不同的行動策略。

(9) 迷宮的組成架構一但揭露給所有的參賽者知道時，操作員就不能再對電腦鼠輸入任何的資訊。

(10) 迷宮所在位置的亮度、溫度與溼度與一般的室內環境是相同的，如果參賽者要求調整場地的亮度，必須得到大會的同意才可以。

(11) 比賽進行中，如果電腦鼠更換任何一個零件(如電池或可抹除式唯讀記憶體)或執行顯著的調整(諸如速度控制與行動策略的選擇等)時，再重新啟動前，電腦鼠內部關於迷宮組成結構的記憶內容必需消除掉才行。但在大會裁判根據臨場的判斷，認定是簡單的調整(例如光感測器的調整)時，可以不用消除掉電腦鼠內部關於迷宮組成結構的記憶。

(12) 除了電池可能被大會裁判允許外，電腦鼠上的任何其他零件不得在比賽進行中移轉給其他不同參賽隊伍的電腦鼠。舉例而言，如果同一個電腦鼠基座，換上第二個不同的控制器，應視為同一個參賽隊伍的電腦鼠，必須在7分鐘的時限內完成比賽。當更換不同的控制器時，電腦鼠內部關於迷宮組成結構的記憶內容必需消除掉才可以繼續進行比賽。

(13) 當大會裁判判斷比賽用的迷宮場地，如果在參賽隊伍的電腦鼠持續進行時可能遭到破壞，那麼大會有權要求參賽隊伍的電腦鼠停止繼續進行比賽，或是裁定失去比賽的權利。

(14) 當參賽隊伍的電腦鼠完成一次由迷宮起點到終點的運動後，在下次離開迷宮起點前，必須停留在迷宮起點方格中至少 1 秒鐘。如果迷宮場地使用的是紅外線感測器來計時，那麼當電腦鼠停留在迷宮起點方格時不可以干擾到紅外線感測器的運作。

(15) 當完成賽事的電腦鼠隊伍少於比賽獎項時，必要時可從缺。

附錄四、迷宮規格

- (1) 電腦鼠迷宮由 16×16 個迷宮方塊組成，每個單位方塊為 $18\text{cm} \times 18\text{cm}$ 。
- (2) 迷宮牆壁的高度為 5cm ，厚度為 1.2cm ，因此迷宮中電腦鼠的走道會 16.8cm 寬。迷宮的外圍全部以迷宮牆相連接起來。
- (3) 迷宮牆壁壁面的顏色為白色，頂部為紅色。迷宮中電腦鼠行進的地面是以表面塗有黑色去光澤塗料的木材製成。迷宮牆壁壁面與頂部的塗料必須能反射紅外線的投射，而行進地面的塗料則必須吸收紅外線的投射。
- (4) 迷宮的「起點」位於四個迷宮角落方塊的其中一個。迷宮的「起點」應有三面迷宮牆，其中如果出發的方向為北方，那麼迷宮外圍的牆壁應該在西方與南方。迷宮的「終點」由迷宮中心的四個方塊組成，這四個迷宮方塊間不會有迷宮牆壁。
- (5) 在每一個迷宮方塊四個角落上 $1.2\text{cm} \times 1.2\text{cm} \times 5\text{cm}$ 的小方柱，稱為「格點」。除了迷宮終點的四個方塊外，每一個迷宮方塊的格點必須至少接觸一面迷宮牆壁。

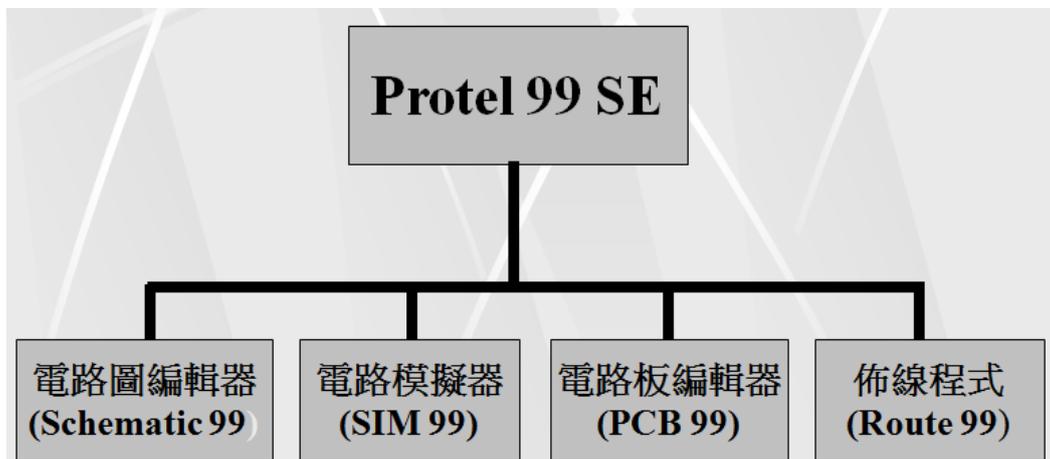
(6) 迷宮大小的精確度應該在 5 % 或 2 cm 內。迷宮地面的銜接處不能有超過 0.5 mm 的高度差，並且迷宮地面銜接處的斜率也不能超過 4 度。相鄰迷宮方塊間牆壁の間隙不能超過 1 mm。



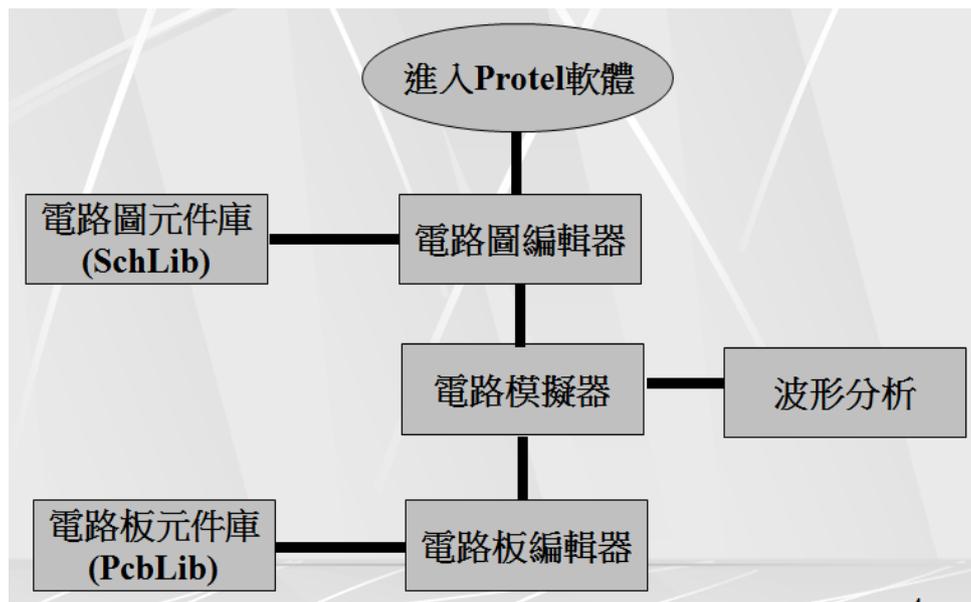
圖六十五 電子鼠迷宮全貌(參考附錄八、註八)

附錄五、Protel 99 SE 介紹

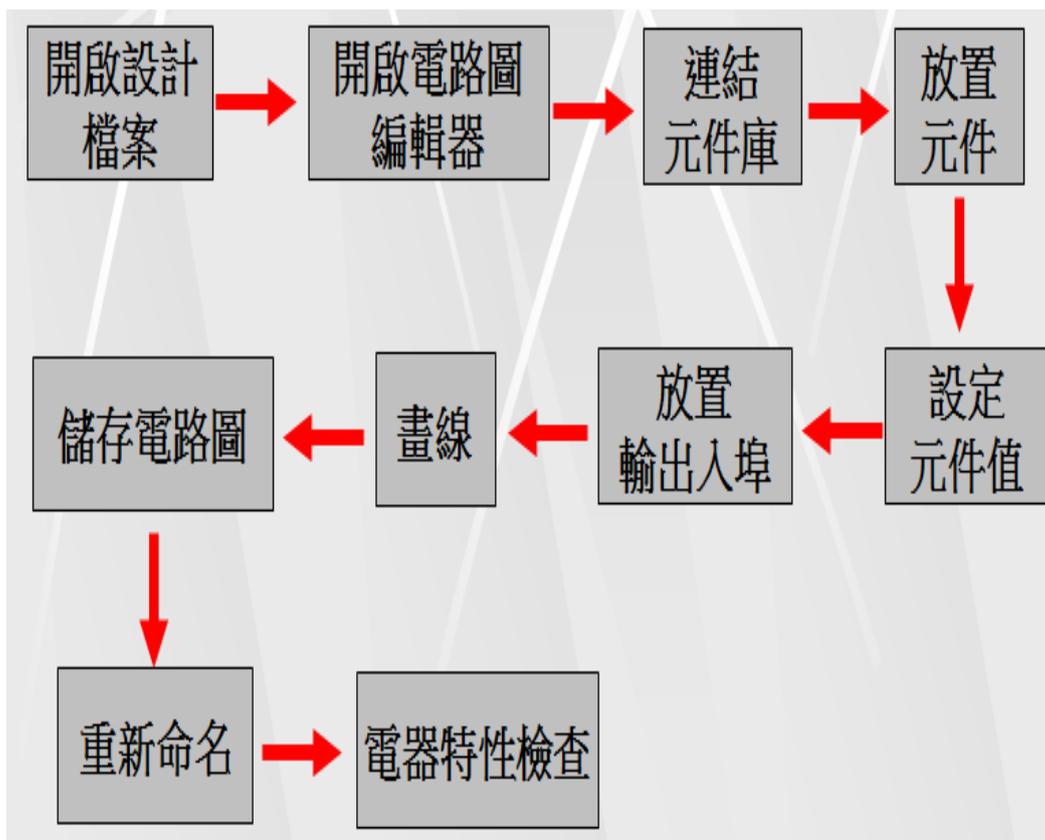
自動化的操作功能讓電子設計擺脫過去繁瑣的步驟而變得非常容易；完整的 Board-Level 設計概念更是允許設計者將專案管理以及縱覽全部整合到此系統內，如此一來不僅方便工程師從設計概念到完成環境都在此單一軟體中完成，大大提升工作上的效率以及降低開發所需付出的成本因而得到最高的經濟效益。



圖六十六 Protel 99 SE 軟體功能(參考附錄八、註九)



圖六十七 電路板設計流程(參考附錄八、註九)



圖六十八 畫電路圖的流程介紹(參考附錄八、註九)

附錄六、網路資料與圖片來源

註一、微處理機原理與應用 C 語言與 PIC 18 微控制器 (書籍)

註二、學長的電子鼠專題報告書 (書籍)

註三、維基百科

<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%94%B5%E5%8A%A8%E6%9C%BA>

<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%B4%85%E5%A4%96%E7%B7%9A>

註四、奇摩知識家

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1607051404232>

註五、7805 的優缺點

<http://jevswang.myweb.hinet.net/51/7805.htm>

註六、TTL 74XX 系列

<http://ee.yeditepe.edu.tr/files/labs/datasheets/ic/74-126.pdf>

註七、74138 PowerPoint 簡報

http://www.google.com.tw/search?hl=zh-TW&q=74138+PowerPoint%E7%B0%A1%E5%A0%B1&btnG=%E6%90%9C%E5%B0%8B&meta=lr%3Dlang_zh-TW&aq=f&oq=

註八、2009 人工智慧單晶片電腦鼠暨機器人國內及國際邀請賽

<http://robot2009.lhu.edu.tw/m4.htm>

註九、Protel 99 SE 介紹

http://www.google.com.tw/search?hl=zh-TW&lr=lang_zh-TW&q=Protel+99+SE&start=30&sa=N

註十、直流馬達與交流馬達之介紹與應用

<http://163.17.59.1/lifetype/gallery/4/2008033111160722.pdf>

註十一、7805 穩壓 IC 圖片

http://i129.photobucket.com/albums/p234/realaudio_ben/aircry/photo3.jpg

註十二、555 振盪器電路圖

<http://itw.idv.tw/blog/?p=6895>

註十三、七段顯示電路 PDF 檔案

註十四、Protel 99 SE 教學(書籍)

註十五、高中資訊學科中心・演算法概論

<http://www.google.com.tw/search?hl=zh-TW&q=%E5%B7%A6%E8%BD%89%E6%BC%94%E7%AE%97%E6%B3%95&meta=&aq=f&aq=>

注十六、實驗六・路徑規劃

<http://emap.cs.ccu.edu.tw/slides/lab06.pdf>

注十七、電腦鼠-中右法則

http://tw.myblog.yahoo.com/jw!JvaEZ_.BHk7cTf_blhxACWIW/article?mid=552

心得感想

剛開始我們是先從 Protel 99 SE 軟體開始做接觸，由於從未學習過 Protel 99 SE 軟體，所以有著一種不易上手的感覺，這時老師便建議我們去找學長請教，在學長教會我們操作的基礎後，我們慢慢的開始熟悉 Protel 99 SE 軟體的操作，也開始學習畫電路圖，不過，過程中還是有些不如預想般的挫折，如：元件的型號差異、線路的佈置、PIC 18 的創造等等，好在經過經驗不斷的累積，終於也慢慢步上軌道，順利規畫出來。

然而電子鼠的製作中其實有不少材料是需要花費大量時間尋找購買的，當然也有需要規畫設計圖再拿去定做的部分，在我們研究的過程中也經歷了許多這種過程，不過這種過程不但能提升學生們在機電整合上的能力，另外也能培養同學們互相合作的觀念，還有獨立思考以解決問題和實際操作等各方面的能力，其實燈飾些難得的學習經驗。

這次專題我們幾乎一切都從零開始，再依循著老師給我們的計畫逐一的去完成，過程中也漸漸對PIC 18晶片產生深入的探討與研究，我們希望能藉由此次專題研究，讓我們在校所學能夠有所發揮，達成理論與實作並進的理想，同時如果順利的話，也計畫著參加一些電子鼠相關的比賽，好了解他校對手的實力，並吸取比賽的經驗與技術，不然的話，至少也能將這些經驗傳承給學弟們，好讓他們能記取我們的經驗教訓，設計出更完善的電子鼠，最後希望我們所做的研究能達到理想中的情形，並對未來想要做電腦鼠的學弟或是熱衷電腦鼠的同好能有些許的幫助。

作者簡介

班級：四子四甲

學號：BQ95004

姓名：高瑋廷

感想：

我們這組的專題主題是電子鼠，而電子鼠會運用的也都跟上課中所學到的有所關聯，有程式的部份當然也會有電路的部份，也就是經由這兩大類型所結合所做出的成品，既然是多人一組當然少不了分工合作啦，至於我所做的部份是往電路那方面的來著手，首先為了要讓馬達能轉動我們需要用到馬達驅動 IC 來控制馬達，而要讓老鼠行走迷宮則需要用到紅外線感應來測出老鼠與牆壁之間的距離，我所做的主要也是再紅外線這一部份，而其他的也懂得一些，每個紅外線感測它的型號規格都有所不同，我們所用的主要是在 38K Hz 時才會有所動作，因此我們就用高中也有教到的 NE555 無穩態多諧振盪電路來控制電源和頻率，已達到發射、接收的效果，不過跟以前相比卻是不簡單的一件事，想要用好電路也會花不少時間去做，經過一再的改良後終於有一點像樣的電路出來，電路最麻煩的地方就是在於量測的時候，實際去量都會有所誤差才會花上不少時間，但是當完成電路後也是會小有成就感，每當完成一個電路並測試成功時就是離成品又進一步，雖然會很辛苦不過能跟他人一起完成一件作品，也是一種愉快的經驗阿，做這專題也會讓我們有所學習，可學到跟以往不同方面的事

物，能夠快樂的學習完成辛苦的事物所獲得的成果是一件很幸福的事，接受不同的事情，完成不同的事物，所獲得不同的成就感，這或許就是我們身為學生的本分，至於能不能過已經是另一回事了，重點是學到多少當然能過是最好不過了，有所學習有所成長不需痛苦的過只需愉快的過就是沒白活了。

班級：四子四甲

學號：BQ95006

姓名：陳寬益

感想：

第一次做架構這麼複雜的專題，總有些不習慣的感覺，四人小組的團隊，溝通跟連繫上本身就是個問題了，由於我沒在打工，所以一切的事務都是由我作為傳達還有跟老師溝通，這其實是個說簡單是很簡單，但卻挺麻煩的工作，而我主要工作在於報告書撰寫與零件找尋、購買這兩點上，當然其他不同的事情我也多多少少都有參予到，能從一開始啥都不懂的情形，到慢慢開始進入狀況，一步步完成各項交代的工作，其實還是蠻有一種喜悅感的，不論最後專題成果如何，這份感覺與經歷都會放在我心中，成為我大學生活裡的重要回憶。

班級：四子四甲

學號：BQ95032

姓名：林志宏

感想：

該放鬆就要放鬆，該做的事就該去完成，分工就是要團結，團結就是力量，一人做不到的可依靠他人幫助，一起完成一件事就是好的成果了。雖然在這整個製作過程都很艱難，也有一度想放棄的念頭，但在彼此的幫助一起製作勉勵，終於有點禿破我們的瓶頸，也在這整的製作過程中有所了各種成長與收穫，讓最後也讓我們有段不同的回憶留下。

班級：四子四甲

學號：BQ95035

姓名：賴正凱

感想：

本次所做的電子鼠是融合電子、電機、機械等等各種領域所製作而成，剛開始在製作過程中碰到許多的困難，例如：電路的線路分布、機械架構、材料找尋等等各種問題，不過在老師、同學以及熱情的老闆幫助之下，種種問題一一解決，在製作過程中學習到很多，從畫電路圖、洗電路板、鑽孔、架構組合中，得到很多寶貴的經驗。